



3-8-442

TRAITÉ

ÉLÉMENTAIRE

D'ARPENTAGE

COMPRENANT

LE DESSIN, LA LÈVE ET LE LAVIS DES PLANS, LE NIVELLEMENT
LE PARTAGE ET LE BORNAGE DES PROPRIÉTÉS
LA MESURE DES HAUTEURS, DES VOLUMES ET DES BOIS
L'USAGE ET L'ENTRETIEN DES INSTRUMENTS

AVEC

des notions sur le calcul, sur le système métrique
et sur la géométrie, dans leurs applications à l'arpentage
et des tables de conversion
des arpens en hectares et réciproquement

PAR L. LAMOTTE

Ancien Inspecteur de l'instruction primaire au département de la Seine

OUVRAGE AUTORSÉ

par le Conseil de l'instruction publique

Treizième Édition

PARIS

LIBRAIRIE DE L. HACHETTE ET C^{ie}

RUE PIERRE-SARRAZIN, N° 14

(Près de l'École de médecine)

—
1857

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
D'ARPENTAGE

OUVRAGES DE M. LAMOTTE

AUTORISÉS PAR LE CONSEIL DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

DESSIN LINÉAIRE.

Cours méthodique de dessin linéaire et de géométrie usuelle, applicable à tous les usages de la vie :

1^{re} partie : *Cours élémentaire*, composé d'un atlas de 19 planches et d'un volume in-8 de texte ; 10^e édition. Prix, broché, 6 fr.

2^e partie : *Cours supérieur*, composé d'un atlas de 15 planches et d'un volume in-8 de texte. Prix, broché, 6 fr.

Le dessin linéaire des demoiselles, avec les applications à l'ornement et à la composition, à la broderie, au dessin des châles, aux fleurs et au paysage ; 3^e édition. 1 volume in-8, avec un atlas de 15 planches. 6 fr.

Tableaux de dessin linéaire pour l'enseignement mutuel et l'enseignement simultané ; 10 tableaux. 2 fr. 50 c.

ARPENTAGE.

Tableaux d'arpentage pour l'enseignement mutuel et pour l'enseignement simultané ; 8 tableaux avec un Manuel in-18. Prix, 2 fr. 50 c.

ARITHMÉTIQUE.

Système légal des poids et mesures. 1 volume in-18. Prix, broché, 30 c.

Tableaux du système légal des poids et mesures pour l'enseignement mutuel et l'enseignement simultané ; par M. Vernier, inspecteur de l'Académie de Paris, et M. Lamotte ; 2^e édition, où l'on a retranché tout ce qui avait rapport aux anciennes mesures ; 10 tableaux. Prix, 1 fr. 50 c.

Tableaux d'arithmétique pour l'enseignement mutuel et l'enseignement simultané ; par M. Vernier, inspecteur

de l'Académie de Paris, et M. Lamotte ; 4^e edit. 40 tableaux. Prix, 4 fr.

Manuel des tableaux d'arithmétique, contenant outre la matière des 40 tableaux, un grand nombre d'exercices et de problèmes. In-8, broché, 1 fr.

LECTURE.

Tableaux de lecture avec ou sans épellation pour l'enseignement mutuel et pour l'enseignement simultané ; par MM. Lamotte, Perrier, Meissas et Michelot ; 50 tableaux. Prix, 2 fr.

Les mêmes, augmentés de 16 tableaux supplémentaires ; 66 tableaux. 3 fr.

Les 16 tableaux supplémentaires séparément. 1 fr.

Manuel des tableaux de lecture, contenant les 66 tableaux réduits au format in-8, à l'usage des maîtres et des moniteurs. 1 fr.

Le même, sans les instructions ni les procédés, à l'usage des élèves. Grand in-18, broché, 25 c.
Cartonné, 30 c.

GRAMMAIRE.

Petite grammaire des écoles primaires ; par MM. Lorain et Lamotte. 1 vol. in-18. Prix, cartonné, 60 c.

Exercices sur la petite grammaire des écoles primaires. 1 vol. in-18. Prix, cartonné, 60 c.

Corrigé des exercices. Cartonné, 75 c.

Tableaux de la petite grammaire des écoles primaires, pour l'enseignement simultané et l'enseignement mutuel. 24 tableaux. Prix, 2 fr. 50 c.

GÉOGRAPHIE.

La géographie enseignée par le dessin des cartes. 2^e édit. 1 vol. in-8, avec planches. Prix, broché, 1 fr. 50 c.

Ch. Lahure, imprimeur du Sénat et de la Cour de Cassation,
rue de Vaugirard, 9, près de l'Odéon.

TRAITÉ

ÉLÉMENTAIRE

D'ARPENTAGE

comprenant

LE DESSIN, LA LEVÉE ET LE LAVIS DES PLANS, LE NIVELLEMENT
LE PARTAGE ET LE BORNAGE DES PROPRIÉTÉS
LA MESURE DES HAUTEURS, DES VOLUMES ET DES BOIS
L'USAGE ET L'ENTRETIEN DES INSTRUMENTS

AVEC

des notions sur le calcul, sur le système métrique
et sur la géométrie, dans leurs applications à l'arpentage
et des tables de conversion
des arpents en hectares et réciproquement

PAR L. LAMOTTE

Ancien inspecteur de l'instruction primaire du département de la Seine

OUVRAGE AUTORISÉ

par le Conseil de l'Instruction publique

Treizième Édition

PARIS

LIBRAIRIE DE L. HACHETTE ET C^{ie}

RUE PIERRE-SARRAZIN, N° 14

(Près de l'École de médecine)

—
1857



PRÉFACE.

L'origine de l'arpentage remonte aux temps les plus reculés; il fallut mesurer les champs et en fixer les limites, aussitôt que le droit de propriété fut reconnu parmi les hommes.

Dans les commencements, l'arpentage se bornait aux plus simples pratiques du calcul géométrique.

Les auteurs anciens nous racontent que les Égyptiens, ne pouvant plus distinguer les limites de leurs propriétés, à la suite des inondations périodiques du Nil, inventèrent l'art de mesurer les terres et d'en représenter la forme. Cette tradition paraît assez vraisemblable.

Dans nos sociétés modernes, l'art de mesurer les champs est un état exercé par quelques individus.

Il est vrai que l'arpenteur ne se borne pas à mesurer les surfaces; il dessine les plans, il indique les différentes cultures par des teintes conventionnelles, il dispose ses dessins dans des espaces plus ou moins grands, etc., etc. Ces divers travaux constituent un art qui exige des études particulières, et qui, par conséquent, ne peut être pratiqué par tout le monde.

Cependant tous les agriculteurs devraient savoir mesurer leurs champs, pour s'opposer aux envahissements de voisins avides ou de mauvaise foi.

L'arpentage, qui était, il y a quelques années encore, une espèce de luxe dans l'enseignement élémentaire, est devenu obligatoire pour toutes les écoles importantes. La loi sur l'instruction primaire a décidé que l'arpentage ferait désormais partie du cours d'études des écoles primaires supérieures.

Dans toutes les écoles normales, les élèves-maîtres étudient la théorie et la pratique de l'arpentage.

Longtemps nous avons appelé de nos vœux cet enseignement, qui sera si utile aux habitants de la campagne; nous n'avons peut-être pas été tout à fait étranger à cette modification importante de l'enseignement primaire, et nous nous réjouissons plus que tout autre de voir, dans quelques années, les élèves de nos écoles rurales capables d'arpenter toute espèce de terrains.

L'arpentage proprement dit, c'est-à-dire l'évaluation des surfaces, est aussi facile à étudier qu'à enseigner. Nous avons publié des *Tableaux d'arpentage* destinés à faire pénétrer cette étude jusque dans les plus petites localités.

Si la loi sur l'enseignement primaire n'oblige pas les instituteurs des petites écoles à enseigner l'arpentage, elle ne le défend pas non plus; et les instituteurs comprendront combien il sera utile pour eux d'ajouter une branche d'instruction qui leur fera honneur, qui leur procurera des porte-chaine intelligents, et qui leur fournira une ressource nécessaire dans les communes où le traitement fixe est très-médiocre.

Depuis la première publication de ce *Traité d'arpentage*, un grand nombre d'éditions ont été épuisées en

quelques années, et le Conseil de l'Instruction publique a bien voulu l'adopter pour l'enseignement dans les écoles; cette bienveillance du public et de l'autorité universitaire pour un homme qui a consacré ses veilles au développement et à la propagation de l'enseignement primaire, lui imposait l'obligation de revoir avec soin son travail. Une modification très-importante était devenue nécessaire pour le mettre en harmonie avec la loi du 18 juillet 1837; de nombreux changements ont donc été faits, qui ont rendu ce *Traité d'arpentage* conforme aux prescriptions du Conseil de l'Instruction publique.

L'ouvrage que nous offrons au public est une exposition claire et méthodique des éléments sur lesquels repose l'arpentage.

Les Français, en général, connaissent encore très-peu le système métrique. Nous avons développé, au commencement de l'ouvrage, la partie de ce système qui a le rapport le plus immédiat avec la mesure des terres.

Après avoir exposé succinctement les termes et les principes de géométrie indispensables pour les *opérations graphiques*, nous passons à l'arpentage sur le terrain au moyen des instruments.

Dans un grand nombre de localités, les instituteurs ne sont pas assez riches pour se procurer une chaîne, une équerre, une planchette, un graphomètre, etc. : nous leur indiquons les moyens de faire opérer les élèves sur le terrain avec des instruments qu'ils construiront eux-mêmes, et qu'on peut se procurer partout et sans frais.

Quant au lavis des plans, les instituteurs pourront l'enseigner aux enfants qui montrent de la disposition

et du goût pour le dessin : c'est un travail qui plaira beaucoup aux élèves et aux parents.

Pour compléter cet ouvrage, nous avons consacré une quatrième partie au calcul des hauteurs inaccessibles et à la mesure des volumes.

Dans un livre élémentaire, nous n'avons pas dû parler de la coupe et de l'aménagement des bois ; mais nous avons exposé avec quelques détails, dans la quatrième partie, la mesure des bois équarris et des bois ronds ; les moyens de trouver le plus grand équarrissage d'un arbre, la plus forte pièce qu'on en peut retirer, ainsi que le nombre des bordages ou planches qu'il doit fournir.

On nous saura gré d'avoir traité dans un chapitre spécial de la description des instruments, de leur entretien et des réparations faciles à exécuter. C'est une matière neuve et pour laquelle nous avons eu recours à l'expérience si éclairée de M. Saigey, constructeur d'instruments d'arpentage, de physique et de chimie, ancien élève de l'École normale supérieure.

Enfin nous terminons par une série de questions servant d'examen pour constater les progrès des enfants. Cette partie de l'ouvrage sera d'un grand secours aux maîtres pour interroger les élèves en présence des inspecteurs et des visiteurs.

Puisse ce *Traité élémentaire d'arpentage* donner aux jeunes gens le goût de cette étude, qui reçoit une application fréquente dans le cours de la vie, et qui est la véritable géométrie des habitants de la campagne!

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
D'ARPENTAGE
ET DE LAVIS DES PLANS.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

INTRODUCTION.

**DE LA CERTITUDE DU CALCUL EXPRIMÉ EN CHIFFRES ET
FOURNI PAR LES INSTRUMENTS GRAPHIQUES.**

Dans l'arpentage, on mesure des longueurs, on calcule des angles, et on exprime ces résultats en chiffres. Ces chiffres représentent-ils rigoureusement la vérité. ou ne donnent-ils qu'une approximation? Telle est la première question qui s'offre à l'esprit. Jusqu'à quel point doit-on pousser l'approximation? Telle est la seconde question qu'il nous faudra examiner.

Voyons d'abord si les chiffres expriment bien rigoureusement les résultats d'un calcul, et prenons pour exemple le nombre 2549 mètres, représentant la longueur d'une ligne sur le terrain. Re commençons plusieurs fois avec soin le mesurage : nous trouverons peut-être 2543, 2545, 2551 mètres, mais le hasard seul ferait retrouver 2549 mètres ; les trois premiers chiffres sont exacts, le quatrième est incertain, les cin-

quième, sixième, septième, etc., etc., sont illusoires. Mesurons la largeur d'une chambre avec un mètre, et supposons que nous obtenions $3^{\text{m}}.5629$: pouvons-nous admettre que ces cinq chiffres soient tous exacts ? Re commençons plusieurs fois le mesurage, nous retrouverons le même nombre de mètres, de décimètres et de centimètres, si nous avons opéré avec précision ; mais il sera impossible de retrouver les deux millimètres, et, à plus forte raison, les 9 dixièmes de millimètre : dans le nombre de $3^{\text{m}}.5629$, le chiffre 2 est incertain, le chiffre 9 est illusoire ; on devra donc se contenter d'écrire $3^{\text{m}}.562$, ou, ce qui serait plus exact, $3^{\text{m}}.563$.

Nous poserons donc ce principe, *qu'il n'est important d'écrire que 4 chiffres significatifs.*

Il en est de même de la mesure des angles : le calcul trigonométrique peut fournir des degrés, des minutes, des secondes, etc. ; mais, avec les instruments propres à mesurer les angles, on ne peut apprécier que les degrés et les minutes : les secondes et à plus forte raison les unités inférieures sont des résultats illusoires.

Les instruments employés à la mesure des angles ne fournissent pas même les minutes ; on ne peut les obtenir qu'au moyen du *vernier*, dont nous parlerons dans le cours de ce traité.

Puisque tous les résultats sur lesquels nous établirons nos calculs sont fondés sur des opérations graphiques, nous les réduirons à quatre chiffres significatifs. Ce sera une grande simplification, et en même temps une expression plus sincère de la vérité des faits.

CALCUL APPLIQUÉ A L'ARPENTAGE.

§ 1.

CALCUL DES NOMBRES ENTIERS ACCOMPAGNÉS DE FRACTIONS DÉCIMALES.

1. — Nous devrions supposer peut-être que l'on a bien appris le calcul dans les classes d'arithmétique; cependant, comme il serait impossible aux élèves de faire les opérations indiquées dans l'arpentage s'ils n'étaient pas bien sûrs du calcul décimal, nous avons jugé indispensable de récapituler très-succinctement les quatre opérations sur les nombres entiers accompagnés de fractions décimales.

ADDITION.

2. — *L'addition des nombres décimaux s'effectue de la même manière que celle des nombres entiers, en ayant soin de placer les uns sous les autres les chiffres qui expriment des unités de même ordre; seulement on a soin de séparer par un point, dans le total, autant de chiffres décimaux qu'il y en a dans le nombre qui en contient le plus.*

Exemples.

N° 1.	N° 2.	N° 3.
4.563	67.43	326.4
17.25	125.1	1413.0
458.1	4328.00	254.8
7.932	546.30	9.634
81.647	28.75	76.27
19.23	96.26	415.9
Total. 588.722	5191.84	2496.004

Nous préférons, pour éviter toute confusion, nous

servir du point en usage chez les Anglais, plutôt que d'employer la virgule adoptée par beaucoup d'auteurs. En voici la raison : le nombre 2,324,526, par exemple, vu seul, peut représenter deux millions trois cent vingt-quatre mille cinq cent vingt-six unités, ou deux mille trois cent vingt-quatre unités cinq cent vingt-six millièmes ; au lieu que 2,324.626 ne peut s'interpréter que d'une seule manière.

Il est vrai que lorsqu'on sépare les unités des fractions décimales au moyen de la virgule, on ne sépare plus les groupes ternaires d'unités différentes ; mais alors on se prive d'un moyen qui facilite beaucoup la lecture d'un nombre écrit en chiffres.

SOUSTRACTION.

3. — *La soustraction des nombres décimaux se fait comme celle des nombres entiers ; seulement, on rend le nombre des chiffres décimaux le même dans chacun des deux nombres proposés, en mettant des zéros à la suite de celui qui a le moins de décimales.*

Exemples.

N° 1.	N° 2.	N° 3.
271.295	41.5	1243.5628941
194.5623	29.6248756	825.7847

En ajoutant des zéros comme l'indique la règle, ce qui d'ailleurs ne change rien à la valeur des nombres, on aura :

	271.2950	41.5000000	1243.5628941
	194.5623	29.6248756	825.7847000
Différence.	<u>76.7327</u>	<u>11.8751244</u>	<u>417.7781941</u>
Preuve.	271.2950	41.5000000	1243.5628941

Dans la pratique, on peut très-bien se dispenser d'a-

jouter des zéros; il suffit d'en supposer. Ainsi, dans l'exemple n° 2, on dira : 6 de 10, reste 4; 6 de 10, reste 4; 8 de 10, reste 2; 9 de 10, reste 1; 5 de 10, reste 5; 3 de 10, reste 7, etc., etc.

MULTIPLICATION.

4. — *Pour multiplier deux nombres décimaux l'un par l'autre, opérez comme si c'étaient deux nombres entiers, sans faire attention aux points, et séparez sur la droite du produit autant de chiffres décimaux qu'il y en a dans les deux facteurs.*

Exemples.

N° 1.	N° 2.	N° 3.
245.6	7.895	457.3
21.78	1.475	0.6769
19648	39475	41157
17192	55265	27438
2456	31580	32011
4912	7895	27438
Produit. 5349.168	11.645125	309.54637

Ces trois produits doivent être modifiés d'après la règle indiquée ci-dessus. Ainsi dans la multiplication n° 1, le multiplicande a un chiffre décimal, le multiplicateur deux : le produit doit donc avoir trois chiffres décimaux.

DIVISION.

5. — *Pour diviser l'un par l'autre deux nombres accompagnés de chiffres décimaux, il faut mettre à la suite de celui qui en a le moins un nombre suffisant de zéros pour qu'il y ait autant de décimales dans le dividende*

..

que dans le diviseur. Supprimez alors le point, et opérez comme dans une division de nombres entiers.

Exemples.

$$\begin{array}{r} 721.4 \overline{) 49.82} \qquad 63.54 \overline{) 8.934} \\ \underline{9.416} \quad \underline{0.8291} \end{array}$$

On donnera aux trois opérations ci-dessus la forme indiquée par la règle, et l'on obtiendra :

N° 1. $\begin{array}{r} 72140 \overline{) 4982} \\ 22320 \quad 14 \\ \hline 2392 \end{array}$	N° 2. $\begin{array}{r} 63540 \overline{) 8934} \\ 1002 \quad 7 \\ \hline \end{array}$	N° 3. $\begin{array}{r} 94160 \overline{) 8291} \\ 11250 \quad 11 \\ \hline 2959 \end{array}$
--	---	--

6. — Si l'on veut obtenir des décimales au quotient, il suffit de mettre à la suite du reste autant de zéros que l'on demande de décimales au quotient. Reprenons la division n° 1. Je désire pousser le quotient jusqu'aux centièmes, c'est-à-dire que je veux avoir deux décimales au quotient : je mets deux zéros à la suite du reste, et je continue l'opération comme dans les nombres entiers.

$$\begin{array}{r} 72140 \overline{) 4982} \\ 22320 \quad 14.48 \\ \hline 23920 \\ 39920 \\ \hline 64 \end{array}$$

7. — Pour convertir une fraction ordinaire en fraction décimale, il suffit de diviser le numérateur de la fraction ordinaire par le dénominateur, en plaçant à la droite du numérateur autant de zéros qu'on veut avoir de chiffres décimaux au quotient.

Exemples.

$$\begin{array}{r}
 \frac{5}{7} \quad 50000 \mid 7 \quad \frac{8}{9} \quad 800000 \mid 9 \\
 \hline
 10 \quad 0.7142 \quad 80 \quad 0.8888 \\
 30 \quad 80 \\
 20 \quad 80 \\
 6 \quad 8
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \frac{5}{11} \quad 5000000 \mid 11 \\
 \hline
 60 \quad 0.4545 \\
 50 \\
 60
 \end{array}$$

Pour la première fraction $\frac{5}{7}$, je désire avoir quatre décimales au quotient : je divise 5, suivi de quatre zéros, par 7, et j'obtiens effectivement au quotient 0.7142, c'est-à-dire les quatre décimales demandées. Il en est de même pour les autres exemples.

§ 2.

SYSTÈME MÉTRIQUE.

8. — Il existait en France, dans le siècle dernier, un nombre prodigieux de mesures dont les dénominations variaient d'un village à l'autre : il en résultait de graves inconvénients pour le commerce. Ainsi, par exemple, les champs se mesuraient tantôt par *arpents*, tantôt par *perches*, ici par *journaux de terre*, là par *boisselées*, *bichetées*, *ouvrées*, *bouniées*, *huitelées*, *mencaudées*, etc., etc.

Nous renvoyons nos lecteurs à notre *Système légal des Poids et Mesures*, conforme à la loi sur l'instruction primaire*.

* *Système légal des Poids et Mesures*, par M. Lamotte; 1 vol. in-18 de 72 pages. Nouvelle édition. Prix, 30 cent.

Aujourd'hui, le système légal des poids et mesures est le seul reconnu par le gouvernement. Son extrême simplicité et la facilité du calcul le rendent bien préférable aux nombres complexes.

Nous ne parlerons que du *mètre* et de l'*are*, parce que ces deux unités sont les seules employées dans l'arpentage.

MÈTRE.

9. — Le mot *mètre* vient d'un mot grec qui signifie *mesure*. Le mètre est la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre.

10. — Pour composer les noms des mesures plus grandes et plus petites que le mètre, on emploie les mots suivants, tirés du grec et du latin :

Myria,	Dix mille.
Kilo,	Mille.
Hecto,	Cent.
Déca,	Dix.
.	
Déci,	Dixième.
Centi,	Centième.
Milli,	Millième.

En les combinant avec le mètre, on a formé :

Myriamètre,	Dix mille mètres.
Kilomètre,	Mille mètres.
Hectomètre,	Cent mètres.
Décamètre,	Dix mètres.
Mètre,	Dix-millionième partie de la distance du pôle à l'équateur.
Décimètre,	Dixième partie du mètre.
Centimètre,	Centième partie du mètre.
Millimètre,	Millième partie du mètre.

Toutes les autres mesures dérivent du mètre, de la manière la plus simple.

MESURE DE SUPERFICIE OU ARE.

11. — L'unité des mesures de superficie est l'*are* ; c'est un carré qui a un décamètre, ou dix mètres, de côté, et, par conséquent, cent mètres carrés de superficie.

Le centiare est un carré qui a un mètre de côté, et qui a pour superficie un mètre carré.

L'hectare est un carré qui a cent mètres de côté, et vaut, par conséquent, dix mille mètres carrés.

Les multiples et sous-multiples de l'are sont donc :

L'hectare, qui vaut	Dix mille mètres carrés.
L'are,	Cent mètres carrés.
Le centiare,	Un mètre carré.

§ 3. .

APPLICATION DU SYSTÈME DÉCIMAL AUX NOUVELLES MESURES.

12. — Rien n'est plus simple que cette application ; elle n'exige que la connaissance des quatre règles de l'arithmétique.

Nous allons en donner quelques exemples, qui suffiront pour mettre sur la voie dans tous les cas analogues.

Premier exemple.

On a acheté 4 hectares, 25 ares de terrain pour 3850 fr. 45 ; on demande ce que coûte l'are.

4 h. 25 sont la même chose que 425 ares : puisque 425 ares coûtent 3850 fr. 45, un seul are coûtera 425 fois moins ; on obtiendra donc cette valeur en divisant 3850 fr. 45 par 425.

$$\begin{array}{r}
 3850.45 \quad | \quad 425.00 \\
 \underline{254500} \quad \quad 9.05\dots \\
 42000
 \end{array}$$

L'are coûtera, dans ce cas, 9 fr. 05, à moins d'un centime près.

Deuxième exemple.

On veut faire tendre un salon avec de la soie cramoisie qui a 60 centimètres de largeur, et qui coûte 5 fr. 50 le mètre; on a fait mesurer la surface de mur qui doit être couverte, et l'on a trouvé 18 mètres 65 centimètres de tour, sur 2 mètres 45 centimètres de hauteur. On demande combien il faudra de mètres d'étoffe, et combien on dépensera.

D'abord, et pour avoir le nombre de lés de soie, il suffira de diviser 18 m. 65 par la largeur de l'étoffe 0 m. 60.

$$\begin{array}{r} 18.65 \quad | \quad 0.60 \\ 65 \quad \quad 31.08 \\ \hline 500 \end{array}$$

Il faudra donc 31 lés de soie, plus 8 centièmes; et comme ces lés ont 2 m. 45 de longueur, nous multiplions 2. 45 par 31. 08.

$$\begin{array}{r} 2.45 \\ 31.08 \\ \hline 1960 \\ 245 \\ 735 \\ \hline 76.1460 \end{array}$$

Nous aurons 76. 14, ou, ce qui est plus exact, 76 m. 15 en forçant le 4 d'une unité à cause du 6 qui le suit. Lorsqu'on veut supprimer des décimales, il faut toujours forcer d'une unité le dernier chiffre que l'on a conservé, si le suivant est 5 ou plus grand que 5.

Comme l'étoffe de soie coûte 5 fr. 50 le mètre, il faudra encore multiplier 76 m. 15 par 5.50.

$$\begin{array}{r}
 76.15 \\
 5.50 \\
 \hline
 380730 \\
 38075 \\
 \hline
 418.8250
 \end{array}$$

Nous avons donc besoin de 76 m. 15 d'étoffe, qui coûteront 418 fr. 83.

Nous forçons ce résultat à cause du 5 que nous avons négligé.

Troisième exemple.

Un propriétaire, voulant savoir ce qu'un bien qui lui a coûté 150,283 fr. 75 lui rapporte pour cent, année commune, fait le relevé de ses registres et trouve qu'il a rapporté en dix ans, savoir :

1 ^{re} année.....	4351 fr. 12 c.
2 ^e année.....	5642 35
3 ^e année.....	4915 18
4 ^e année.....	5931 43
5 ^e année.....	3912 12
6 ^e année.....	4743 27
7 ^e année.....	5231 62
8 ^e année.....	5365 82
9 ^e année.....	5437 63
10 ^e année.....	5814 89
Total des années.....	51345 fr. 43 c.

En divisant le total par 10, qui est le nombre des années, on aura 5,134 fr. 54 c. pour le revenu moyen d'une année.

Or, 150,283 fr. 75 c. à 1 % donnent 1,502 fr. 84.

Si nous divisons, 5,13 $\frac{1}{4}$ fr. 5 $\frac{1}{4}$ par 1,502 fr. 8 $\frac{1}{4}$, nous aurons le taux du revenu.

$$\begin{array}{r|l} 513454 & 150284 \\ 626020 & 3.41 \\ \hline 248840 & \\ 985560 & \end{array}$$

Le revenu sera donc, année commune, de 3.42 %., un peu moins de 3 $\frac{1}{2}$ %.

Les trois questions que nous venons de résoudre prouvent suffisamment avec quelle facilité le calcul décimal s'applique aux nouvelles mesures.

PREMIÈRE PARTIE.

ARPENTAGE.

CHAPITRE PREMIER.

13. — L'ARPENTAGE est l'art de mesurer la superficie d'un terrain.

Mais comme cette mesure ne laisserait aucune trace, on représente en petit, sur le papier, la forme du terrain, en imitant les détails, et en conservant les proportions de l'ensemble : c'est ce qu'on appelle LA LEVÉE DES PLANS.

Pour distinguer sur un plan les différentes espèces de terres ou de cultures, on donne à chaque objet une teinte conventionnelle qui fait connaître tout de suite que c'est un bois, ou une vigne, ou un pré, ou un marais, ou un champ labouré, etc. : c'est ce qu'on appelle LE LAVIS DES PLANS.

Nous traiterons successivement de l'*arpentage*, de la *levée des plans*, du *lavis des plans*.

L'arpentage est une portion essentielle de l'instruction primaire : les instituteurs seraient coupables s'ils négligeaient cet enseignement. Espérons qu'un jour les habitants des campagnes sauront tous lire, écrire, calculer et arpenter ; c'est vers ce résultat que les amis de l'instruction primaire doivent diriger leurs communs efforts.

La *levée des plans* est très-utile, puisqu'elle constate d'une manière durable les résultats fugitifs de l'arpen-

tage proprement dit. Elle suppose quelques connaissances du dessin linéaire*.

La levée des plans est principalement réservée aux élèves les plus forts.

Le *lavis des plans* exprime, par des teintes plates et des couleurs conventionnelles, la nature des terres. Le lavis est très-utile, puisqu'un plan qui n'est pas lavé n'est réellement qu'une ébauche; cependant les instituteurs des écoles rurales ne sont pas obligés de l'enseigner.

Le lavis ne doit être l'objet d'une étude spéciale que dans les écoles normales primaires.

Avant de nous occuper de la mesure des terres, nous allons présenter quelques éléments de géométrie, sans lesquels il serait impossible de comprendre les opérations de l'arpentage.

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES DE GÉOMÉTRIE.

14. — La géométrie est la mesure de l'étendue. L'étendue a trois dimensions : *longueur, largeur et épaisseur*.

Dans l'arpentage, on ne s'occupe pas de la mesure des *solides*, on s'occupe seulement de la mesure des *lignes*, c'est-à-dire de l'étendue considérée sous le rapport de la longueur; et de la mesure des *surfaces*, c'est-à-dire de l'étendue considérée sous le rapport de la longueur et de la largeur.

15. — La *ligne droite* est le plus court chemin d'un point à un autre.

Deux points suffisent pour déterminer une ligne

* *Cours méthodique de dessin linéaire et de géométrie usuelle*, applicable à tous les modes d'enseignement; par M. Lamotte. Ouvrage destiné aux collèges, aux pensions et aux écoles primaires, et autorisé par le Conseil de l'Instruction publique. 4° *Cours élémentaire*, composé de 49 planches et d'un volume de texte; 2° *Cours supérieur*, composé de 45 planches et d'un volume de texte. Prix de chaque partie, 6 fr. Librairie de L. Hacheute et C^{ie}.

droite. Soient à A et B deux points joints par une ligne droite, ces deux points suffisent pour déterminer le prolongement à l'infini de la droite AB (fig. 1).

Une *ligne brisée* est un assemblage de lignes droites consécutives que l'on appelle ses *côtés*, mais qui ne sont pas dans la même direction, CEF G (fig. 1).

Une *ligne courbe* est une ligne qui n'est ni droite ni composée de lignes droites, COD (fig. 1).

16. — Deux droites ne peuvent se couper qu'en un point : la partie de surface plane comprise entre ces deux droites, supposées prolongées à l'infini, s'appelle *angle*; le point où elles se rencontrent se nomme le *sommet* de cet angle; ABC (fig. 2) est un angle; B en est le sommet; BA et BC en sont les *côtés*. La grandeur d'un angle est indépendante de la longueur des côtés.

17. — Lorsqu'une droite, tombant sur une autre, forme deux angles égaux, les deux droites sont dites *perpendiculaires entre elles*; les deux angles égaux formés par la perpendiculaire sont nommés *angles droits*. ABC et CBD (fig. 3) sont des angles droits; CB est une perpendiculaire à AD.

On nomme *verticale* la droite indiquée par la direction du *fil à plomb*.

Le *fil à plomb* est un fil à l'extrémité duquel se trouve une petite masse de plomb (fig. 3). CB est une *verticale*; O la petite masse de plomb ou de cuivre.

On appelle *horizontale* une droite qui fait un angle droit avec la verticale : on la nomme horizontale parce qu'elle se trouve toujours dans le plan de l'horizon ou dans un plan parallèle. La ligne AD est une *horizontale*.

18. — Une *oblique* à une horizontale est une droite qui n'est pas perpendiculaire à l'horizontale : alors les deux angles consécutifs qu'elle fait avec la ligne qu'elle rencontre sont inégaux, mais valent ensemble deux angles droits.

Soit l'oblique AB (fig. 4) : l'angle CAB, plus grand qu'un droit, est un *angle obtus*; l'angle BAD, plus petit qu'un droit, est un *angle aigu*; ces deux angles réunis valent deux angles droits, car ils occupent autant d'espace que les deux angles droits CAE, EAD.

19. — Deux angles, tels que CAB et BAD (fig. 4), qui, situés du même côté d'une droite, valent toujours ensemble deux angles droits, sont appelés *suppléments* l'un de l'autre.

20. — Deux angles, tels que EAB et BAD (fig. 4), qui valent ensemble un angle droit, sont appelés *compléments* l'un de l'autre.

21. — Deux droites sont *parallèles* lorsqu'elles conservent dans toute leur étendue le même écartement ou la même distance : telles sont les droites AB et CD (fig. 5).

22. — On appelle *circonférence* de cercle (fig. 6) une ligne courbe dont tous les points, situés dans un même plan, sont également éloignés du point qui est au milieu et dans le même plan, et qu'on nomme *centre*. Ainsi, CDB est une *circonférence*; le point A est le *centre*; les lignes égales AC, AD, AB, sont des *rayons*; la ligne CB, qui passe par le centre, et dont les extrémités se terminent à la circonférence, est un *diamètre*. L'espace renfermé par la circonférence est le *cercle*.

23. — Toute circonférence, grande ou petite, se divise, dans le système métrique, en 400 parties égales, appelées *grades* : le quart d'une circonférence, que l'on nomme *quadrant*, renferme, par conséquent, 100 grades; chaque grade est divisé en 100 minutes, chaque minute en 100 secondes.

On a conservé cependant, comme plus commode, la division ancienne de toute circonférence, grande ou petite, en 360 degrés, de chaque degré en 60 minutes, de chaque minute en 60 secondes.

On appelle *arc* de cercle une partie de la circonférence, telle que CD et DB (fig. 6).

24. — Si, dans un cercle, les deux diamètres AB et CD sont perpendiculaires l'un à l'autre (fig. 7), les angles AOC, COB, BOD, DOA, sont tous droits; chacun d'eux occupe le quart du cercle et, par conséquent, répond à un arc de 90 degrés. Tous les angles droits sont de 90 degrés.

25. — *Deux angles suppléments l'un de l'autre* [19] *valent ensemble deux droits*, c'est-à-dire 180 degrés. Connaissant un angle de 120 degrés, je trouve son supplément, 60 degrés, en retranchant 120 degrés de 180.

26. — *Deux angles compléments l'un de l'autre* [20] *valent ensemble un droit*, c'est-à-dire 90 degrés. Connaissant un angle de 65 degrés, je connais son complément, 25 degrés, en retranchant 65 degrés de 90 degrés.

27. — Lorsque deux droites se coupent (fig. 8), les angles opposés par le sommet sont égaux. Si les droites AB et CD se coupent au point E, les angles AEC, BED, *opposés par le sommet*, sont égaux, car les deux angles CEA, AED, valent ensemble deux droits [18]; les deux angles consécutifs AED, DEB, valent aussi deux droits : donc ces deux sommes sont égales. Si l'on retranche de part et d'autre AED, quantité commune, il restera AEC égal à BED. Il en serait de même pour AED et CEB, et pour tous les angles opposés par le sommet.

PROBLÈMES SUR LES LIGNES ET LES ANGLES.

28. — *Sur une droite donnée, élever une perpendiculaire à cette droite en un point donné* (fig. 9).

Pour élever une perpendiculaire au point C de la droite AB, prenez avec une même ouverture de compas deux distances égales, CA et CB; puis, des points A et B, avec une ouverture de compas plus grande

que la moitié de AB^* , tracez deux arcs de cercle qui se couperont en D. Tirez DC : c'est la perpendiculaire demandée.

29. — *A l'extrémité d'une droite donnée, élever une perpendiculaire* (fig. 10).

Prolongez la base DA jusqu'en C; du point A, et avec une même ouverture de compas, déterminez deux points à volonté, D et C, également distants du point A. Des points D et C, comme centres, et avec une ouverture de compas plus grande que DA, décrivez deux arcs de cercle qui se coupent en E. La ligne EA est la perpendiculaire demandée.

30. — *A l'extrémité d'une droite qui ne peut être prolongée, élever une perpendiculaire* (fig. 11).

Supposons la ligne AB, à l'extrémité A de laquelle on veut élever une perpendiculaire. Choisissez un point O à volonté. De ce point, comme centre, et avec un rayon égal à OA, décrivez un grand arc de cercle qui coupera la droite AB en C. Tirez la droite CO, que vous prolongerez jusqu'à la rencontre de l'arc de cercle en D; il ne reste plus qu'à tirer DA : c'est la perpendiculaire demandée.

31. — *D'un point pris hors d'une droite, abaisser une perpendiculaire sur cette droite* (fig. 12).

Du point A d'où l'on veut abaisser la perpendiculaire, et avec une ouverture de compas plus grande que la distance de A à la droite BC, décrivez l'arc DE. Des points D et E, avec une même ouverture de compas, tracez deux arcs de cercle qui se couperont en F. Tirez AF : c'est la perpendiculaire demandée.

32. — *Faire au point D de la droite DE un angle égal à l'angle BAC* (fig. 13).

* Nous disons que l'ouverture du compas doit être plus grande que la moitié de AB. En effet, si l'ouverture du compas était égale à $\frac{1}{2}AB$, les deux arcs de cercle se toucheraient au point C; si l'ouverture du compas était plus petite que $\frac{1}{2}AB$, les deux arcs de cercle ne pourraient se rencontrer.

Du point A et avec une ouverture quelconque de compas, tracez l'arc GH. Portez la même ouverture de compas au point D pris comme centre; tracez l'arc indéfini IK; mesurez au compas la corde GH; portez cette distance de I en L; il ne reste plus qu'à joindre D et L : l'angle EDF est égal à l'angle BAC.

53. — Par un point D mener une parallèle à une ligne donnée AB (fig. 14).

Par le point D, menez une droite AC, qui coupe AB en A; au point D faites un angle CDE égal à DAB. La ligne DE est la parallèle demandée.

Voici encore une autre construction. Du point D abaissez DA perpendiculaire sur AB; sur AD élevez en D une seconde perpendiculaire DE : DE est parallèle à AB.

POLYGONES.

34. — On appelle *polygone* une figure plane terminée par des droites.

Les polygones sont distingués entre eux par le nombre de leurs côtés. Un polygone ne peut avoir moins de trois côtés; mais il peut en avoir un nombre indéfini.

Il faut au moins trois lignes droites pour renfermer un espace. On nomme *triangle* l'espace ainsi renfermé.

Les figures à quatre côtés sont appelées *quadrilatères*.

Un polygone à cinq côtés est un *pentagone*; à six côtés, un *hexagone*; à huit, un *octogone*; à dix, un *décagone*; à douze, un *dodécagone*.

Les autres polygones s'indiquent ordinairement par le nombre des côtés : ainsi l'on dit un *polygone de quatorze*, de *seize*, de *dix-sept* côtés, etc.

35. — La somme de tous les angles intérieurs d'un

polygone vaut autant de fois deux droits ou 180 degrés qu'il y a de côtés moins deux.

Soit le polygone ABFCDE (fig. 16) : en tirant des droites du sommet E aux sommets B, F, C, on divise le polygone en 4 triangles, c'est-à-dire en autant de triangles qu'il y a de côtés moins deux.

36. — Parmi les quadrilatères on distingue le *carré*, qui a ses côtés égaux et ses angles droits (fig. 17); le *parallélogramme*, qui a ses côtés parallèles et égaux deux à deux (fig. 18); le *rectangle*, improprement appelé *carré long* (fig. 19), qui a ses angles droits et ses côtés opposés égaux; le *trapèze*, dont deux côtés seulement sont parallèles (fig. 20).

POLYGONES RÉGULIERS.

37. — Un polygone régulier est celui dont les angles et les côtés sont égaux.

Rien n'est plus facile que de calculer la valeur des angles appartenant aux polygones réguliers [35].

Supposons un décagone régulier : le nombre des côtés est de 10 ; si nous retranchons 2, nous aurons $10-2$, ou 8, qui, multiplié par 2, donne 16 angles droits pour les dix angles : donc chaque angle vaut $\frac{16}{10}$ d'angle droit, ou un angle droit et $\frac{6}{10}$ d'angle droit.

Si le décagone était irrégulier, la somme des angles intérieurs serait toujours de 16 angles droits; mais de cette somme on ne pourrait pas conclure la valeur de l'un d'eux séparément, puisqu'ils sont inégaux; il faudrait les mesurer avec un rapporteur. Voici la valeur des angles des polygones réguliers :

L'angle d'un triangle équilatéral vaut.....	60 degrés.
L'angle d'un carré	90

L'angle d'un pentagone régulier.....	108 degrés.
L'angle d'un hexagone régulier.....	120
L'angle d'un octogone régulier.....	135
L'angle d'un décagone régulier.....	144
L'angle d'un dodécagone régulier.....	150

DES TRIANGLES.

38. — Le triangle est le plus simple des polygones : c'est l'espace renfermé entre trois droites qui se coupent deux à deux.

Il y a plusieurs espèces de triangles : 1° le *triangle rectangle*, qui a un angle droit (aucun triangle rectiligne, ou formé par des droites, ne peut avoir plus d'un angle droit) (fig. 21); 2° le *triangle obtusangle*, qui a un angle obtus (aucun triangle rectiligne ne peut avoir plus d'un angle obtus) (fig. 22); 3° le *triangle acutangle*, qui a ses trois angles aigus (fig. 23); 4° le *triangle équilatéral*, qui a ses trois côtés égaux (fig. 24); 5° le *triangle isocèle*, qui a deux côtés égaux (fig. 25), et le *triangle scalène*, qui a ses trois côtés inégaux (fig. 26).

39. — La somme des trois angles d'un triangle vaut deux droits ou 180 degrés, d'où l'on voit qu'il suffit de connaître dans un triangle deux angles pour les connaître tous. En effet, soit un triangle dans lequel on connaît un angle égal à 80 degrés, et un autre à 70, la somme sera de $80 + 70$ ou 150; retranchant cette somme de 180 degrés, mesure de deux angles droits, on aura pour reste 30 degrés; c'est effectivement la mesure du troisième angle.

CHAPITRE II.

MESURE DES SURFACES.

40. — *Mesurer une surface*, c'est chercher combien de fois elle contient une autre surface prise pour unité.

Dans l'arpentage, on a choisi pour cette unité de surface le carré métrique, dont chaque côté a un décimètre, et que l'on nomme *are* [11]. Quand on mesure des surfaces autres que les terrains, on se sert du mètre carré, du décimètre carré et du centimètre carré, selon la grandeur des surfaces.

L'*are* est un carré de 10 mètres sur chaque côté, et, par conséquent de 100 mètres carrés de surface.

Si l'on veut mesurer la surface du rectangle ABCD (fig. 27), il faut porter le décimètre carré sur la base AB autant de fois qu'il peut y être contenu. Supposons qu'il y soit contenu six fois, il y aura six carrés sur la base AB, comme on le voit à la figure 27; mais tout l'espace ABCD n'étant pas rempli, on formera sur la hauteur AD autant de rangées de six carrés qu'elle pourra en contenir; supposons qu'il y ait 4 rangées de six carrés, on voit facilement que la figure renfermera 4 fois 6 ares, ou 24 ares. Mais, dans la figure 27, AB, que l'on appelle *base* du rectangle, contient six décimètres; AD, qui est la *hauteur*, en contient 4: il suffit donc, pour avoir la superficie du rectangle, de multiplier 6 par 4, ou la base par la hauteur: d'où l'on tire cette règle générale, *que la surface d'un rectangle est égale au produit de sa base par sa hauteur*.

Appelant B la base et H la hauteur, $B \times H$ exprimera la surface d'un rectangle quelconque. $B \times H$ est ce qu'on

appelle une *formule*, c'est-à-dire une expression générale qui s'applique à tous les cas particuliers.

41. — Ordinairement les côtés d'un rectangle ne contiennent pas seulement des mètres, mais des fractions du mètre; le calcul est le même.

Premier exemple.

Soit le côté AB (fig. 27), de 7 décamètres plus un reste égal à 4 mètres 5 décimètres et 8 centimètres; soit le côté AD, de 4 décamètres plus un reste de 3 mètres 4 décimètres 2 centimètres.

On multipliera, d'après la formule $B \times H$, 7.458 par 4.342.

$$\begin{array}{r}
 7.458 \\
 4.342 \\
 \hline
 14916 \\
 29832 \\
 22374 \\
 29832 \\
 \hline
 \text{Produit. } 32.382636
 \end{array}$$

On sépare 6 décimales sur la droite du produit [4], et l'on obtient 32 ares 38 centiares pour la mesure du rectangle.

Deuxième exemple.

Si $H = 237^m.2$ et $B = 429^m.3$,

$$\begin{array}{r}
 429.3 \\
 237.2 \\
 \hline
 8586 \\
 30051 \\
 12879 \\
 8586 \\
 \hline
 \text{Produit. } 101829.96
 \end{array}$$

La surface sera de 10,1829 mètres carrés 96 décimètres carrés, ou de 10 hectares, 18 ares 30 centiares.

Troisième exemple.

Si $H = 7^m.25$ et $B = 4^m.35$,

$$\begin{array}{r}
 7.25 \\
 4.35 \\
 \hline
 3625 \\
 2175 \\
 2900 \\
 \hline
 \text{Produit. } 31.5375
 \end{array}$$

La surface est de 31 mètres carrés, 54 décimètres carrés.

42. — De la mesure des rectangles on passe facilement à celle des triangles. Soit, en effet, le rectangle ABCD (fig. 28); menez la ligne AC pour joindre les sommets des deux angles opposés; cette ligne se nomme *diagonale*.

Le rectangle est ainsi partagé en deux triangles rectangles égaux; or, puisque le rectangle a pour mesure le produit de la base par la hauteur, *le triangle rectangle, qui en est la moitié, aura pour mesure la moitié du produit de la base par la hauteur*. Ainsi, par exemple, si AB contient $25^m.15$, et AD $14^m.23$, il suffira de multiplier 25.15 par 14.23 , et de prendre la moitié du produit : le facteur 25.15 multiplié par 14.23 , donne 357 ares 88 centiares, dont la moitié est 178 ares 94 centiares, mesure du triangle rectangle ABC et du triangle rectangle ACD.

43. — Un triangle quelconque ABC peut toujours être ramené à deux triangles rectangles en abaissant du sommet une perpendiculaire sur la base (fig. 29) ou sur son prolongement (fig. 30).

Le triangle rectangle CBD (fig. 29) a pour mesure [42] DB multiplié par la moitié de DC; mais le triangle rectangle ADC a pour mesure AD multiplié par la moitié de DC; donc le triangle total ACB, composé des

deux triangles rectangles ADC, DBC, aura pour mesure AD plus DB ou AB multiplié par la moitié de DC. Mais AB se nomme la *base* et DC la *hauteur*; donc la mesure d'un triangle quelconque est égale à la moitié du produit de la base par la hauteur.

Dans le triangle ABC de la figure 30, on retranche le triangle DAC du triangle rectangle total DCB; on obtient absolument le même résultat que celui indiqué par la fig. 29.

Appelons B la base et H la hauteur : $\frac{1}{2} (B \times H)$ est l'expression ou la formule de la mesure d'un triangle quelconque.

Exemple.

Si $H = 7^m.65$ et $B = 9^m.40$,

	7.65
	9.40
	3060
	6885
Produit.	71.9100
Moitié.	35.9550

La mesure du triangle est de 35 mètres carrés 95 décimètres carrés 50 centimètres carrés.

44. — Des triangles on passe aux parallélogrammes, dont la surface est égale au produit de la base par la hauteur.

Soit le parallélogramme ABCD (fig. 31): je tire la diagonale AC, qui le divise en deux triangles égaux ABC et ACD; or, le premier, ABC, a pour mesure AB, multiplié par la moitié de CE (CE est la *hauteur*, ou la distance des deux côtés AB et CD): donc le parallélogramme, qui est le double du triangle ABC, aura pour mesure AB multiplié par CE, ou le produit de la base par la hauteur.

45. — La surface d'un trapèze est égale au produit

de la somme des deux côtés parallèles par la moitié de leur distance perpendiculaire.

Soit le trapèze ABCD (fig. 32) : je tire la diagonale AC, qui le partage en deux triangles ABC, ACD ; le premier a pour mesure AB, multiplié par la moitié de CE ; le second a pour mesure CD, multiplié par la moitié de CE ; donc la mesure de la surface des deux triangles réunis, ou du trapèze, est la somme des deux côtés parallèles CD et AB, multipliée par la moitié de leur distance perpendiculaire CE.

Si AB contient 12^m.25 et CD 9^m.45, si la hauteur CE est de 6^m.23, on ajoutera 12^m.25 et 9^m.45, ce qui donnera 21^m.70 ; multipliant ce nombre par 6^m.23, et prenant la moitié du produit, on obtiendra pour la mesure du trapèze 67 mètres carrés 60 décimètres carrés.

Appelant la base inférieure B, la base supérieure B', la hauteur H, $\frac{1}{2} H (B + B')$ sera l'expression de la mesure d'un trapèze quelconque. (La parenthèse (B + B') indique que les deux quantités B et B' doivent être ajoutées avant d'être multipliées par H.)

Premier exemple.

Soit B = 12^m.45, B' = 10^m.60, et H = 8^m.34.

	12.45
	10.60
Total.	<u>23.05</u>
	8.35
	<u>11525</u>
	6915
	<u>18440</u>
Produit.	192.4675
Moitié.	96.2337

La surface du trapèze est donc de 96 mètres carrés 23 décimètres carrés 37 centimètres carrés.

Deuxième exemple.

Soit $B = 9^m.65$, $B' = 7^m.15$, et $H = 10^m.44$.

La surface du trapèze sera de 87 mètres carrés 69 décimètres carrés 60 centimètres carrés.

Troisième exemple.

Soit $B = 27^m.46$, $B' = 23^m.35$, et $H = 19^m.82$.

La surface du trapèze est de 503 mètres carrés 57 décimètres carrés 71 centimètres carrés.

(Les élèves feront l'application de la formule indiquée ci-dessus : ils devront trouver les résultats donnés sans le détail du calcul dans le deuxième et le troisième exemple.)

46. — Tout polygone peut se diviser en triangles ; or, comme nous savons évaluer la mesure d'un triangle quelconque, il suffira d'ajouter tous les résultats partiels pour obtenir la mesure de la surface du polygone.

On emploie dans l'arpentage une autre méthode que nous ferons connaître [60].

47. — Nous avons déjà parlé du *cercle* [27], de la *circonférence*, du *diamètre* et du *rayon* ; mais il faut connaître le rapport de ces différentes parties entre elles pour arriver à la mesure de la surface du cercle.

La circonférence d'un cercle et son diamètre n'ont pas de commune mesure ; on se contente d'une approximation.

Le rapport le plus ordinairement employé, et que l'on attribue à Archimède, est celui de 22 : 7, ou, ce qui est la même chose, $\frac{22}{7}$, ou enfin $3\frac{1}{7}$, c'est-à-dire que la circonférence d'un cercle développée en ligne droite contient trois fois le diamètre plus $\frac{1}{7}$ de ce diamètre.

Ce rapport n'est pas très-exact ; mais il a été adopté dans les arts et dans les professions industrielles à cause de son extrême simplicité.

Voici un autre rapport plus rigoureux, et cependant assez facile à retenir; c'est le rapport attribué à Métius, 355 : 113, ou ce qui est la même chose, $\frac{355}{113}$, ou enfin $3\frac{1}{113}$.

Pour trouver la différence de ces deux rapports, il suffit de retrancher l'une de l'autre les deux fractions $\frac{22}{7}$ et $\frac{355}{113}$. En les réduisant au même dénominateur, on trouve $\frac{2486}{791}$ et $\frac{2485}{791}$ le rapport $\frac{22}{7}$ est plus grand que le rapport $\frac{355}{113}$; la différence est de $\frac{1}{791}$.

48. — Le cercle peut être considéré comme un polygone régulier d'un nombre infini de côtés, que l'on peut diviser en un nombre infini de triangles, ayant tous pour sommet commun le centre du cercle; or, puisque la mesure d'un triangle est le produit de la base par la moitié de la hauteur, la mesure de la surface du cercle sera la somme de toutes les bases, ou la circonférence du cercle, multipliée par la moitié de la hauteur des triangles; c'est-à-dire par la moitié du rayon : donc *la surface d'un cercle a pour mesure sa circonférence multipliée par la moitié du rayon*, ou, ce qui est plus court, *la moitié du produit de la circonférence par le rayon*.

Supposons le rayon d'un cercle de 3 m. 08, on aura la circonférence au moyen de la proportion :

$$113 : 355 :: 6 \text{ m. } 16 : x = 19.35.$$

Multiplions la circonférence 19.35 par le diamètre 6. 16, et prenons le quart du produit, nous aurons pour mesure de la surface du cercle 29 mètres carrés 79 décimètres carrés 90 centimètres carrés.

Appelant C la circonférence, et R le rayon, $\frac{1}{2}(R \times C)$ est la formule de la surface d'un cercle quelconque.

Exemple.

Soit $R = 4^{\text{m}}.15$, le diamètre sera de $8^{\text{m}}.30$.

Rapport de Métius, $113 : 355 :: 8.30 : x = 26.07$

Rapport d'Archimède, $7 : 22 :: 8.30 : x = 26.08$

26.07	26.08
4.15	4.15
<u>13035</u>	<u>13040</u>
2607	2608
10428	10432
<u>108.1905</u>	<u>108.2320</u>
La moitié. 54.0952	54.1160

La surface du cercle avec le rapport de Métius sera de 54 m. carrés 9 décimètres carrés 52 centimètres carrés; avec le rapport d'Archimède, elle sera de 54 mètres carrés 11 décimètres carrés 60 centimètres carrés.

On voit que le rapport d'Archimède fournit un résultat trop fort, ce qui contribue, outre la simplicité, à en maintenir l'usage parmi les ouvriers, qui trouvent un bénéfice à l'employer.

CHAPITRE III.

ARPENTAGE SUR LE TERRAIN.

49. — Nous supposons que l'on comprend bien les notions précédentes, et que l'on veut opérer sur le terrain.

Pour arpenter, on a besoin d'instruments; il faut avant tout *une chaîne, des fiches et des jalons*.

50. — La chaîne d'arpenteur (fig. 33) a 1 décamètre, ou 10 mètres de longueur. Elle est formée de 50 brins de gros fils de fer de deux décimètres de longueur, assemblés par des anneaux de fer. Les mètres sont indiqués par des anneaux de cuivre. L'anneau qui

marque le milieu du décamètre est double des autres, ou bien il est distingué des anneaux de cuivre par un bout de fil de fer de 3 centimètres qui y est suspendu. La chaîne métrique est terminée à chaque extrémité par une poignée de fer, prise sur la longueur du dernier brin de fil de fer, qui a 2 décimètres, y compris la poignée.

Cette chaîne est très-commode et très-portative, car elle se replie sur une longueur de 2 décimètres.

Certains arpenteurs préfèrent à cette chaîne celle qui est divisée en 20 parties d'un demi-mètre chacune; elle est moins sujette à se déranger, mais aussi elle est plus lourde et plus embarrassante.

Nous ne parlerons pas du grand compas de bois de deux mètres d'ouverture qui est employé dans quelques provinces. Il est impossible, malgré l'habitude, d'opérer exactement avec ce compas : son usage doit être absolument proscrit.

Il n'y a d'autres précautions à prendre pour se servir de la chaîne métrique que de la tendre bien horizontalement, de manière cependant à ne pas l'allonger. On la vérifie le matin du jour où l'on doit s'en servir, et on la rectifie s'il y a lieu.

Cette vérification s'opère en traçant avec exactitude une horizontale de 10 mètres le long d'un mur, ou sur une surface bien plane, si l'on ne peut pas disposer d'un mur assez long. On applique la chaîne sur cette mesure, qui sert d'*étalon*; si la chaîne ne coïncide pas parfaitement avec l'étalon, il faut l'allonger ou la raccourcir, jusqu'à ce que la coïncidence ait lieu.

Dans le cadastre, on accorde une tolérance de *deux centimètres* sur les dix mètres de la chaîne.

Les *fiches* (fig. 34) sont des brins de gros fil de fer terminés en pointe à l'extrémité qui doit pénétrer dans la terre et courbés en boucle à l'autre extrémité. Les fiches ont un demi-mètre de hauteur.

51. — Les jalons sont des morceaux de bois ferrés à l'extrémité qui doit être enfoncée en terre, et fendus à l'autre pour recevoir un morceau de papier; les jalons servent à *prendre un alignement*. Lorsque les objets sont éloignés, il faut placer entre eux un nombre suffisant de jalons pour diriger les personnes qui portent la chaîne.

52. — Quand une ligne est *jalonnée*, c'est-à-dire indiquée par des jalons, on la mesure avec la chaîne, que portent deux personnes. La mesure des distances est une opération qui demande beaucoup de précaution : c'est l'arpenteur qui tient un bout de la chaîne; un aide ou *porte-chaîne* tient l'autre.

Le porte-chaîne, qui marche en avant, a dans sa main gauche dix fiches; il en plante une lorsque la chaîne est convenablement tendue; l'arpenteur appuie la poignée de la chaîne contre le *bâton de l'équerre* [58], qui est enfoncé au point de départ. Si le bâton de l'équerre ou le trépied était employé ailleurs, l'arpenteur laisserait au point de départ un jalon reconnaissable. Le porte-chaîne continue son chemin jusqu'à ce que l'arpenteur soit arrivé à la fiche laissée sur le terrain et y ait appuyé la poignée de la chaîne. L'arpenteur doit avoir la précaution de maintenir solidement la fiche contre son genou, de peur que la secousse ne la fasse vaciller, ou même ne l'arrache. Le porte-chaîne plante sa seconde fiche quand la chaîne est bien tendue. Les fiches passent successivement dans la main de l'arpenteur. Lorsqu'il a relevé les 10 fiches, il les rend au porte-chaîne, en marquant le nouveau point de départ par une onzième fiche plus longue et plus forte que les autres, qui ne doit jamais passer dans les mains du porte-chaîne; ensuite le porte-chaîne marche dans l'alignement des jalons; mais il se tient à leur gauche et à environ un ou deux décimètres, pour ne point les froisser avec la

chaîne. Il enfonce les fiches sans se retourner. Si l'arpenteur trouve que le porte-chaîne se dérange de l'alignement, il lui dit d'appuyer à droite ou à gauche.

Le porte-chaîne doit avoir soin de se créer un *repère* bien au delà du dernier jalon; un arbre, une maison peut lui servir de point de repère ou de reconnaissance et l'empêcher de s'écarter de la ligne droite.

Pour que les mesures soient prises avec précision, il faut que la chaîne soit tendue également. Si elle n'est pas assez tendue, elle donne une mesure trop longue; si elle est tendue fortement, elle s'allonge.

Nous ferons observer aussi que les fiches doivent être suffisamment enfoncées en terre; sans cela, la chaîne, en les touchant, les renverse, ce qui peut occasionner des erreurs.

L'arpenteur note exactement chaque dizaine de fiches sur un carnet. Dix fois la longueur de la chaîne forment une distance de 100 mètres ou d'un *hectomètre*, qui se nomme *portée*.

35. — Nous avons dit plus haut que la mesure d'un triangle est égale au produit de sa base par la moitié de sa hauteur; mais cette hauteur est une perpendiculaire, et, pour élever une perpendiculaire sur le terrain, il faut un instrument que l'on nomme *équerre d'arpenteur*.

L'équerre d'arpenteur employée aujourd'hui est appelée *octogone* (fig. 35), lorsqu'elle a la forme d'un prisme droit à 8 pans égaux.

Quelquefois cependant on lui donne aussi la forme ronde du cylindre.

Elle est en cuivre creux; elle a environ 1 décimètre de hauteur. Chaque pan est ouvert par une fente verticale qui s'appelle *pinnule*.

Quatre pinnules à angles droits sont terminés à leur

partie supérieure par une fenêtre ronde. Les quatre autres pans ont des fentes verticales avec des fenêtres rectangulaires, traversées en hauteur par un fil tendu; à l'extrémité inférieure de l'équerre se trouve une *douille* qui reçoit le haut du bâton de l'équerre. La douille se divise; on la retourne et on la place dans l'intérieur de l'instrument, qui, par ce moyen, se met commodément dans la poche, ou mieux dans un étui, quand l'opération est terminée.

34. — Le *bâton de l'équerre* a un mètre et demi de hauteur; il est ferré par le bout qui entre en terre; et divisé sur sa hauteur en décimètres et centimètres, soit pour vérifier la chaîne quand il est nécessaire, soit pour mesurer des fractions de mètre sur le terrain. Au bâton d'arpenteur est attaché ordinairement un petit fil à plomb qui donne la position verticale.

L'équerre d'arpenteur était autrefois un cercle de cuivre évidé.

Pour faire comprendre l'usage de l'équerre, nous allons résoudre quelques problèmes d'arpentage.

35. — *Mesurer une pièce de terre d'une forme rectangulaire.*

Soit un champ de la forme ABCD (fig. 36). On plante des jalons aux points A, B, C, D; on porte l'équerre au point A de la base AB: on applique l'œil sur l'une des pinnules pour voir par la pinnule opposée le jalon planté en B.

Si la direction des pinnules n'y correspond pas, on tourne le bâton jusqu'à ce qu'on obtienne cette direction. Il ne faut pas tourner l'équerre, dans laquelle le bâton entre à frottement dur; c'est le bâton que l'on tourne.

On vise le jalon C par les pinnules à angles droits avec les premières: si le champ est bien rectangulaire, le jalon C doit parfaitement correspondre à la direction de ces pinnules.

On transporte successivement l'équerre aux points B, C et D, pour s'assurer si les angles de la figure sont droits. Lorsque les côtés du rectangle sont très-longs, on les jalonne, et ensuite on les mesure à la chaîne.

Supposons que AB ait 84^m.48 de longueur, et AC 120^m.1, appliquant la formule $A \times B$, nous aurons

$$\begin{array}{r}
 120.1 \\
 84.48 \\
 \hline
 9608 \\
 4804 \\
 4804 \\
 9608 \\
 \hline
 \text{Produit. } 10146.048
 \end{array}$$

La surface de ce rectangle sera donc de 101,46 mètres carrés 5 décimètres carrés en forçant l'unité. Divisant les mètres carrés par 100 pour avoir des *ares* (l'are vaut 100 mètres carrés), on obtiendra 101 ares 46 centiares, ou, ce qui est la même chose, 1 hectare 1 are 46 centiares. On obtient les hectares, ares et centiares, en séparant les mètres carrés de deux en deux chiffres à partir du point.

Il n'est pas nécessaire, pour arpenter le champ ABCD, de mesurer les quatre angles et les quatre côtés. Si les angles en A et en B sont droits, et si les côtés AD et BC sont d'égale longueur, la figure est un rectangle.

On peut encore vérifier à l'équerre si les angles en A, en B et en C sont droits, et mesurer deux côtés seulement, AB et BC.

Si les trois angles sont droits, le quatrième est nécessairement droit aussi.

Ces trois procédés, qui conduisent tous au même résultat, sont utiles à connaître, parce que, selon les

circonstances, l'un d'eux est plus facile à employer que les autres.

56. — Mesurer un champ de forme triangulaire.

Plantez des jalons en A, B, C (fig. 37), et portez l'équerre sur la base AB en un point D tel que, lorsque deux pinnules correspondent aux jalons en A et en B, deux autres pinnules à angles droits correspondent au jalon planté en C.

On ne trouve pas cette position au premier essai; mais, avec un peu de pratique, on ne tâtonnera pas longtemps.

Il reste à mesurer à la chaîne les distances AB et CD.

Supposons la distance AB égale à 87^m.56, et CD à 113^m.7; on appliquera la formule $\frac{1}{2} (H \times B)$.

	113.7
	87.56
	6822
	5685
	7959
	9096
Produit.	9955.572
Moitié du produit.	4977.786

Le résultat est de 4977 mètres carrés 79 centimètres carrés, en forçant l'unité à cause des 60 centimètres qui viennent à la suite, ou de 49 arcs 78 centiares.

Il peut arriver que, dans un triangle, il soit impossible d'abaisser une perpendiculaire, et surtout de la mesurer. Voici la règle pour obtenir la superficie d'un triangle dont on connaît seulement les trois côtés.

Ajoutez la longueur numérique des trois côtés, prenez la moitié de cette somme. Retranchez de cette demi-somme chacun des côtés alternativement, ce qui donnera trois restes

qu'il faut multiplier entre eux ; on multiplie encore ce produit par la moitié de la somme des trois côtés ; il ne reste plus qu'à extraire la racine carrée de ce produit , et la racine exprime la superficie du triangle.

Supposons que, dans le triangle ABC (fig. 37), on ait $AB=24^m.50$, $AC=26^m.65$, et $CB=21^m.80$: ajoutez les trois longueurs, ce qui donne pour somme $72^m.95$, dont la moitié est $36^m.47$; de $36^m.47$ retranchez successivement la longueur de chaque côté, vous aurez les trois restes $11^m.97$, $9^m.82$, $14^m.67$, qu'il faut multiplier entre eux. Le produit est 1724.391018 , qu'il faut multiplier par $36^m.47$, moitié de la somme des trois côtés. On peut négliger la partie décimale 1018.

Le produit est alors de 62888.5033 ; il ne reste plus qu'à extraire la racine carrée. (Consulter, à la page 162 de ce volume, la note sur l'extraction de la racine carrée.)

	24.50	36.47	36.47	36.47
	26.65	24.50	26.65	21.80
	21.80	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
		11.97	9.82	14.67
Total.	72.95	9.82		
Moitié.	36.47	<u> </u>		
		2394		
		9576		
		10773		
Produit		<u>117.5454</u>		

117.5454	1724.39
<u>14.67</u>	<u>36.47</u>
8228178	1207073
7052724	689756
4701816	1034634
1175454	<u>517317</u>
<u>1724.391018</u>	<u>62888.5033</u>

62888.5033	250.7757
4	45
22.8	5007
22.5	50147
3885.0	501545
3504.9	5015507
38013.3	
35102.9	
291040.0	
250772.5	
4026750.0	
3510854.9	
5158951	

La superficie du triangle est donc de 250 mètres carrés 77 décimètres carrés 57 centimètres carrés.

Ce moyen peut paraître compliqué ; mais on est trop heureux de s'en servir lorsque les difficultés du terrain ne permettent ni d'abaisser ni de mesurer une perpendiculaire sur la base.

Dans la levée des plans, on rapporte le triangle sur le papier, on abaisse une perpendiculaire que l'on mesure, et on applique la formule $\frac{1}{2}(H \times B)$: mais c'est là un moyen graphique d'une exactitude très-contestable.

57. — Mesurer un champ de la forme d'un trapèze.

Soit le champ ABCD (fig. 38), que l'on croit de la forme d'un trapèze. Plantez des jalons en A, B, C, D : aux points E et F de la base AB, élevez deux perpendiculaires. Si des stations E et F vous visez par deux pinnules les jalons plantés en A et en B, les deux pinnules à angles droits indiqueront les points G, H, sur la base supérieure CD ; on fera planter deux jalons en G et en H. Si les deux distances EG, FH, que l'on mesure à la chaîne, sont parfaitement égales, on peut en conclure que les bases AB et CD sont parallèles, et que la

fig. ABCD est un trapèze. Il ne reste plus qu'à mesurer à la chaîne les distances AB et CD.

Supposons la distance AB égale à 123^m.5, la distance CD égale à 96^m.35, et la perpendiculaire en EG égale à 78^m.45 : appliquons la formule $\frac{1}{2} H (B + B')$.

	123.5
	96.35
Total des bases.	219.85
	78.45
	109925
	87940
	175880
	153895
Produit.	17247.2325
La moitié,	8623.6162

La mesure de ce champ sera de 8623 mètres carrés 62 décimètres carrés, ou de 86 ares 24 centiares.

38. — *Mesurer un champ de la forme d'un quadrilatère irrégulier.*

Si le champ a la forme ABCD (fig. 39), on plantera des jalons en A, B, C, D. Au moyen de l'équerre, on abaissera sur AC les deux perpendiculaires DE, BF. On jalonnnera, s'il est nécessaire, et l'on mesurera à la chaîne la base AC et les deux perpendiculaires DE, BF.

Supposons AC = 245^m.4, DE = 81^m.38, BF = 95^m.32.

En appliquant à chaque triangle la formule $\frac{1}{2} (H \times B')$.

	245.4
	81.38
	19632
	7362
	2454
	19632
Triangle ACD.	19970.652

	245.4
	95.32
	4908
	7362
	12270
	22086
Triangle ABC.	23391.528
Triangle ACD.	19970.652
	43362.180
Total.	43362.180
Moitié.	21681.090

La superficie ou l'aire du quadrilatère irrégulier ABCD sera de 21,681 mètres carrés 9 décimètres carrés, ou de 216 ares 81 centiares, ou de 2 hectares 16 ares 81 centiares.

59. — Mesurer un polygone irrégulier.

Soit à mesurer un champ de la forme ABCDEF (fig. 40). Après avoir planté des jalons aux sommets A, B, C, D, E, F, on supposera les diagonales tirées de B en F, en E, en D. Au moyen de l'équerre, on abaissera AG et EH, perpendiculaires sur FB; on abaissera également CK et EI, perpendiculaires sur BD. Il ne restera plus qu'à jalonner et qu'à mesurer à la chaîne les distances FB, AG, EH, BD, EI, CK.

Supposons $BD = 216^m.3$, $EI = 119^m.4$, $CK = 54^m.38$,
 $FB = 147^m.4$, $AG = 78^m.53$, $EH = 89^m.75$.

Appliquons la formule $\frac{1}{2}(H \times B)$.

Triangle ABF.	Triangle BEF.
147.4	147.4
78.53	89.75
4422	7370
7370	10318
11792	13266
10318	11792
11575.322	13229.150

Triangle BED.	Triangle BCD.
216.3	216.3
119.43	54.38
6489	17304
8652	6489
19467	8652
2163	10815
2163	
	11762.394
25832.709 — Triangle BED.	
11762.394 — Triangle BCD.	
13229.150 — Triangle BEF.	
11575.322 — Triangle ABF.	
62399.575 — Total.	
31199.787 — Moitié.	

La superficie est de 31,199 mètres carrés 79 décimètres carrés, ou de 311 ares 99 centiares, ou enfin de 3 hectares 12 ares.

On a pu remarquer que, dans le calcul ci-dessus, au lieu de prendre la moitié du produit de la base par la hauteur dans chaque triangle, on ajoute les quatre produits, et on prend la moitié du total, ce qui donne un résultat plus rigoureux et dispense de prendre trois fois la moitié.

60. — Au lieu de décomposer un polygone en triangles en menant des diagonales du sommet d'un angle à tous les autres, il est un moyen plus simple et généralement adopté dans l'arpentage. Il consiste à mener dans le plan une droite que l'on nomme *directrice*, et sur laquelle on abaisse des perpendiculaires de tous les sommets des angles. Par ce moyen, le polygone se trouve divisé en triangles rectangles, et en trapèzes rectangulaires ayant deux angles droits sur la directrice. On choisit pour directrice la plus grande ligne possible qui traverse le polygone, en allant du sommet d'un angle à un autre sommet opposé.

Appliquons ce procédé au polygone ABCDEFGH (fig. 41).

On jalonne la droite AF, qui est la directrice; on plante un jalon à chaque sommet B, C, D, etc., du polygone, et l'on porte l'équerre sur la directrice AF, pour déterminer les points I, K, L, M, N, O, qui sont les pieds des perpendiculaires BI, CK, DL, EM, GN, HO.

On mesure à la chaîne les perpendiculaires et les parties AI, IO, OK, etc., etc., de la directrice AF. Le polygone se trouve décomposé en triangles rectangles et en trapèzes rectangulaires; il suffit d'appliquer les formules connues des triangles et des trapèzes.

Supposons qu'au moyen de la chaîne on ait obtenu les valeurs suivantes en mètres, décimètres et centimètres

Directrice, parties au-dessus : $AI = 81.38$; $IK = 238.6$; $KL = 41.16$; $LM = 52.48$; $MF = 92.34$.

Directrice, parties au-dessous : $AO = 172.4$; $NO = 229.2$; $NF = 104.4$.

Perpendiculaires, au-dessus : $BI = 114.2$; $CK = 153.5$; $DL = 103.3$; $EM = 169.2$.

Perpendiculaires, au-dessous : $OH = 114.3$; $GN = 141.4$.

Détail des opérations.

Triangle ABI.	Multiplier la base 81.38 par la hauteur 114.42, et prendre la moitié du produit, en ne conservant que quatre chiffres significatifs.	4,647 ^m
Trapèze BIKC.	Ajouter les deux bases parallèles 114.2 et 153.5, multiplier la somme par la hauteur 238.6, et prendre la moitié du produit	31,936
Trapèze CKLD.	Ajouter les deux bases paral-	
	<i>A reporter</i>	36,583 ^m

	<i>Report</i>	36,583 ^m
	lèles 153.5 et 103.3, multiplier la somme par la hauteur de 41.16, et prendre la moitié du produit.	5,285
Trapèze DLME.	Ajouter les deux bases parallèles 103.3 et 169.2, multiplier la somme par la hauteur 52.48, et prendre la moitié du produit.	7,150
Triangle EMF.	Multiplier la base 92.34 par la hauteur 169.2, et prendre la moitié du produit.	6,150
Triangle AOH.	Multiplier la base 172.4 par la hauteur 114.3, et prendre la moitié du produit.	9,183
Trapèze OGHN.	Ajouter les deux bases parallèles 114.3 et 141.4, multiplier la somme par la hauteur 229.2, et prendre la moitié du produit.	29,303
Triangle NGF.	Multiplier la base 104.4 par la hauteur 141.4, et prendre la moitié du produit.	7,381
	Total.....	103,367 ^m

La superficie du polygone (fig. 41) est de 103,367 mètres carrés, c'est-à-dire de 10 hectares 33 ares 67 centiares.

61. — La figure 42 représente une disposition de terrain plus difficile à arpenter, et dans laquelle deux parties triangulaires ne peuvent être mesurées qu'avec certaines précautions.

On jalonne, comme dans la figure précédente, la droite AB, qui est la directrice du plan. On enfonce un jalon au sommet de chaque angle, et on porte l'équerre aux différents points de la directrice qui sont les pieds des perpendiculaires CM, DN, EB, HB, IQ, KR, LS.

On mesure à la chaîne toutes les perpendiculaires et

toutes les parties de la directrice comprises entre les pieds des perpendiculaires.

Supposons que l'on ait trouvé les valeurs suivantes en mètres, décimètres et centimètres.

Directrice, parties en dessus : $AM = 136.2$; $MN = 230.6$; $NB = 184.5$.

Directrice, parties en dessous : $AS = 40.32$; $SC = 118.5$; $RQ = 250.4$; $QB = 142.1$.

Perpendiculaires, en dessus : $CM = 162.5$; $ND = 171.3$; $BE = 81.66$.

Perpendiculaires, en dessous : $LS = 63.14$; $KR = 169.2$; $IQ = 194.4$; $BH = 85.32$.

Perpendiculaires sur EB et BH : $FO = 38.82$; $GT = 24.35$.

Détail des opérations.

Triangle AMC.	Multiplier la base 136.2 par la hauteur 162.5, et prendre la moitié du produit, en se bornant à quatre chiffres significatifs.	11,060 ^m
Trapèze CMND.	Ajouter les deux bases parallèles 162.5 et 171.30, multiplier la somme par la hauteur 230.6, et prendre la moitié du produit.	38,480
Trapèze DNBE.	Ajouter les deux bases parallèles 171.30 et 81.7, multiplier la somme par la hauteur 184.5, et prendre la moitié du produit.	23,330
Triangle BFE.	Multiplier la base 81.7 par la hauteur 38.8, et prendre la moitié du produit.	1,585
Triangle ASL.	Multiplier la base 40.32 par la hauteur 63.14, et prendre la moitié du produit.	1,273
Trapèze SLKR.	Ajouter les deux bases parallèles 63.14 et 169.2, multiplier la	
A reporter.....		75,728 ^m

	<i>Report</i>	75,728 ^m
	somme par la hauteur 118.5, et prendre la moitié du produit.	13,760
Trapèze RKIQ.	Ajouter les deux bases parallèles 169.2 et 194.4, multiplier la somme par la hauteur 250.4, et prendre la moitié du produit.	45,520
Trapèze QHIB.	Ajouter les deux bases parallèles 194.4 et 84.32, multiplier la somme par la hauteur 142.1, et prendre la moitié du produit.	19,800
Triangle BGH.	Multiplier la base 84.32 par la hauteur 24.35, et prendre la moitié du produit.	1,026
	Total.....	155,834 ^m

Ainsi la superficie de la figure 42 est de 155,834 mètres carrés, ou de 1,558 ares 34 centiares, ou enfin de 15 hectares 58 ares 34 centiares.

Il est encore un autre procédé pour diviser un terrain en triangles et en rectangles. Ce procédé est adopté par plusieurs arpenteurs habiles, et il offre cet avantage, que l'on ne mesure réellement que les côtés des triangles rectangles qui sont en même temps les côtés des rectangles. Reprenons la figure 40. Du sommet A je tire une droite quelconque AG; du sommet B j'abaisse sur AG la perpendiculaire BG; du point F j'abaisse aussi une autre perpendiculaire sur AG, c'est la droite FG. Du sommet E j'abaisse sur FG la perpendiculaire EH. Du sommet D j'abaisse encore sur BG la perpendiculaire Dd. Sur cette perpendiculaire Dd j'abaisse les nouvelles perpendiculaires Ea, Cb. Sur Cb et du sommet B j'abaisse la perpendiculaire Be. Le polygone ABCDEF se trouve divisé, par ce moyen, en six triangles rectangles ABG, AGF, BCe, CbD, DaE, EFH, et en deux rectangles Bebd et daEH.

L'inspection de la figure 40 et de ses divisions en lignes

ponctuées suffit pour faire apprécier les avantages de ce procédé, qui convient surtout lorsque le nombre des côtés du polygone est considérable.

Les calculs que nous venons d'indiquer mettront en état de faire tous les autres calculs semblables qui se rencontrent dans la pratique de l'arpentage : il ne nous reste plus qu'à indiquer les moyens de résoudre quelques cas exceptionnels.

CHAPITRE IV.

DIFFICULTÉS QUI SE PRÉSENTENT DANS LA PRATIQUE.

62. — Jusqu'à présent nous avons supposé que les terrains à mesurer étaient accessibles de toutes parts, et qu'aucune difficulté ne se présentait, soit dans le jalonnage, soit dans le mesurage des lignes ; mais il n'en est pas toujours ainsi, comme nous allons le voir.

63. — *Jalonner un alignement, partie sur un terrain horizontal, partie sur une côte.*

Soit un alignement à tracer de A en B (fig. 43) : on enfonce une perche de bois assez longue pour être aperçue du point B, où l'on plante un jalon. Cette perche est un *signal* de 3 à 5 mètres de hauteur, à l'extrémité duquel on attache une botte de paille ou un linge blanc. Dans l'espace intermédiaire, on fait planter un jalon en C : il suffit, pour placer ce jalon, que l'arpenteur en A voie les trois points A, C et B confondus en un seul. On jalonne AC par les moyens ordinaires, c'est-à-dire en plaçant entre ces deux points, un nombre suffisant de jalons. Au sommet de la côte, on plante un jalon en D, et l'alignement AB se trouve tracé.

Si l'alignement demandé descendait dans un vallon

et remontait de l'autre côté par une rampe escarpée, il faudrait indiquer d'abord l'alignement par un certain nombre de jalons placés sur les points élevés, et envoyer ensuite jalonner le vallon par un procédé semblable à celui que nous venons de donner plus haut.

64. — Mesurer à la chaîne et à l'équerre une ligne inaccessible.

Soit AB une ligne rendue inaccessible par un marais qui se trouve entre les deux extrémités (fig. 44); supposons le terrain abordable de A en C. On plante des jalons en A et en B. Au point A on élève avec l'équerre une perpendiculaire AC. On cherche sur l'alignement AC un point tel qu'en y plaçant l'équerre on aperçoive par deux pinnules opposées le jalon en A, et par les deux pinnules de la face immédiatement à côté le jalon planté en B. Ces pinnules indiquent la moitié de l'ouverture de l'angle droit, c'est-à-dire 45 degrés. Le triangle ABC est un triangle rectangle isocèle, par conséquent le côté AB est égal au côté AC. Il suffira donc de jalonner et de mesurer la distance AC, qui est de même longueur que la ligne inaccessible AB. Si CA est de 65^m.50, la ligne inaccessible AB sera également de 65^m.50.

Il arrive quelquefois que les deux extrémités d'un alignement sont séparées par un bois épais; alors on envoie à l'une des extrémités un homme qui crie à haute voix ou qui tire un coup de fusil lorsque la distance est considérable. Il est mieux encore d'y faire lancer une fusée, surtout quand l'autre extrémité est dans un lieu découvert.

Lorsqu'on trace l'alignement dans un bois, on se sert avantageusement du fusil ou de la voix.

65. — Mesurer un marais, un bois ou un terrain qu'on ne peut traverser.

Si le terrain qu'il s'agit de mesurer ne peut être traversé, il est impossible d'employer les moyens indi-

qués jusqu'ici : car il faut nécessairement recourir à l'un des trois procédés que nous avons fait connaître.

1° Séparer le terrain en triangles par des diagonales menées du sommet d'un même angle ;

2° Tirer une directrice sur laquelle on abaisse des perpendiculaires des sommets de tous les angles ;

3° Diviser le terrain en triangles rectangles et en rectangles.

Or, comme aucun de ces trois procédés ne peut s'appliquer au terrain de la figure 45, voici la construction employée habituellement pour parvenir au résultat.

Supposons que le polygone de la figure 45 soit inabordable intérieurement : tirez la directrice MN, qui passera par le sommet *p* d'un des angles du polygone, et enveloppez le polygone du rectangle MNPO. On y parviendra en élevant avec l'équerre, en M et en N, des perpendiculaires qui passent par les sommets *q* et *t*, *j* et *f* des angles du polygone, et en élevant une perpendiculaire en O qui passe aussi par le sommet *c* d'un autre angle du polygone.

Il est évident que, pour avoir la mesure du rectangle MNPO, il suffit de multiplier MN par NP, suivant la formule $B \times H$.

De tous les sommets des angles du polygone, si l'on abaisse avec l'équerre d'arpenteur des perpendiculaires sur les côtés MN, NP, PO et OM, on aura les triangles B, C, E, I, K, L, et les trapèzes A, D, G, F, H. En retranchant les trapèzes et les triangles du rectangle MNPO, il restera la mesure exacte du polygone demandé. Voici le détail de l'opération.

DISTANCES JALONNÉES ET MESURÉES A LA CHAÎNE.

$Mp = 83^m.45$, $po = 247^m.6$, $om = 197^m.9$, $mk = 113^m.1$,
 $kN = 48^m.24$, $Nj = 204^m.8$, $jf = 266^m.10$, $fP = 89^m.12$,
 $Pd = 3^m.52$, $de = 216^m.2$, $ca = 328^m.2$, $aO = 112^m.2$,
 $Ot = 133^m$, $tq = 249^m.50$, $qM = 177^m.5$.

Longueur des perpendiculaires élevées à l'équerre et mesurées à la chaîne : $ba=48^m.53$, $ed=96^m.15$, $gh=68^m.36$, $ik=29^m.11$, $lm=78^m.43$, $no=58^m.17$, $rs=99^m.99$.

Trapèze A.	Ajouter les deux bases parallèles 133 et 48.53, multiplier par la hauteur 112.2, et prendre la moitié du produit, en se bornant aux mètres, et en abandonnant les chiffres décimaux au-dessous du mètre.	10,180 ^m
Triangle B.	Multiplier la base 328.2 par la hauteur 58.53, et prendre la moitié du produit.	7,963
Triangle C.	Multiplier la base 216.2 par la hauteur 96.15, et prendre la moitié du produit.	10,390
Trapèze D.	Ajouter les deux bases parallèles 96.15 et 89.12, multiplier la somme par la hauteur 33.52, et prendre la moitié du produit.	3,105
Triangle E.	Multiplier la base 266.10 par la hauteur 68.36, et prendre la moitié du produit.	9,095
Trapèze F.	Ajouter les deux bases parallèles 204.8 et 29.11, multiplier la somme par la hauteur 48.24, et prendre la moitié du produit.	5,641
Trapèze G.	Ajouter les deux bases parallèles 29.11 et 78.43, multiplier la somme par la hauteur 113.1, et prendre la moitié du produit.	6,082
Trapèze H.	Ajouter les deux bases parallèles 78.43 et 58.17, multiplier cette somme par la hauteur 197.6, et prendre la moitié du produit.	13,450
Triangle I.	Multiplier la base 247.6 par la hau-	
	<i>A reporter.....</i>	65,906 ^m

	<i>Report</i>	65,906 ^m
	teur 58.17, et prendre la moitié du produit.	7,201
Triangle K.	Multiplier la base 177.5 par la hauteur 83.45, et prendre la moitié du produit.	7,405
Triangle L.	Multiplier la base 249.8 par la hauteur 99.99, et prendre la moitié du produit.	12,470
	Total.....	92,982 ^m

MN = 690, NP = 560 ; la mesure du rectangle est donc de 690×560 , ou de 386,400^m

Si de cette surface on retranche la somme ci-dessus des triangles et des trapèzes 92,982

il restera la surface demandée 293,418^m

Ainsi la surface du polygone est de 293,418 mètres carrés, ou de 2,934 ares 18 centiares, ou enfin de 29 hectares 34 ares 18 centiares.

66. — Il n'est pas absolument nécessaire que le terrain soit enveloppé d'un rectangle ; on pourrait également l'envelopper d'un triangle, d'un trapèze ; habituellement le rectangle offre plus de facilité pour le calcul ; cependant, si le terrain se rapprochait de la forme du triangle ou du trapèze, il serait plus simple de l'envelopper soit d'un triangle, soit d'un trapèze.

67. — *Mesurer un terrain dont le contour est composé de lignes courbes.*

Il y a quelques précautions à prendre quand le contour du polygone est terminé par des courbes au lieu de lignes droites. Un exemple fera connaître la marche à suivre dans les cas analogues.

Supposons un champ de la forme ABCDF (fig. 46) ; la géométrie élémentaire ne fournit pas les moyens de mesurer sa surface, mais on parvient à une approximation suffisante par le procédé suivant :

On tire les droites AE, EG, GH, IK, KA, de telle sorte qu'il y ait à peu près autant de terrain retranché du polygone AEGHIK qu'il y en a d'ajouté : nous voyons sur la figure 46 que la ligne AE établit une compensation partielle, puisqu'elle laisse en dehors du polygone la portion de terrain qui est immédiatement au-dessus du point A, et qu'elle fait entrer dans l'intérieur du polygone la portion du terrain qui est au-dessous de E, et qui ne lui appartient pas réellement.

La direction des lignes est abandonnée entièrement à l'intelligence de l'arpenteur, qui doit chercher à établir des compensations alternatives en plus et en moins, de manière à s'approcher autant qu'il est possible d'une mesure exacte.

Ce procédé, nous le répétons, n'est pas rigoureux ; mais l'arpenteur habile ne s'écarte pas beaucoup de la véritable mesure.

Plantez des jalons en A, E, G, H, I, K ; tirez l'alignement AH, qui est la directrice, et élevez sur cette directrice les perpendiculaires EL, GM, IP, KO ; jalonnez et mesurez toutes les distances.

Supposons $AL=151^m.2$, $LM=153^m.2$, $MH=174^m.3$, $PH=90^m.32$, $PO=232^m.5$, $AO=155^m.8$, $EL=154^m.3$, $GM=137^m.3$, $PI=124^m.2$, $OK=112^m.1$.

Voici le détail des opérations à faire :

Triangle AEL.	Multiplier la base 151.2 par la hauteur 154.3, et prendre la moitié du produit.	11.660 ^m
Trapèze ELMG.	Ajouter les deux bases parallèles 154.3 et 137.3, multiplier cette somme par 153.2, et prendre la moitié du produit.	22,330
<i>A reporter</i>		33,990 ^m

	<i>Report</i>	38,990 ^m
Triangle GMH.	Multiplier la base 174.2 par la hauteur 137.3, et prendre la moitié du produit.	11,960
Triangle PIH.	Multiplier la base 90.32 par la hauteur 124.2, et prendre la moitié du produit.	5,608
Trapèze PIKO.	Ajouter les deux bases parallèles 124.2 et 112.1, multiplier cette somme par 232.5, et prendre la moitié du produit.	27,470
Triangle AOK.	Multiplier la base 155.8 par la hauteur 112.1, et prendre la moitié du produit.	8,733
	Total.....	87,761 ^m

La surface de la figure 46 est donc de 87,761 mètres carrés, ou de 877 ares 61 centiares, ou enfin de 8 hectares 77 ares 61 centiares.

Nous pourrions donner un plus grand nombre d'exemples; mais ils rentreraient nécessairement dans un de ceux que nous avons indiqués. L'instituteur pourra, s'il le juge convenable, tracer sur le tableau noir des terrains de formes très-variées; il supposera connues les différentes lignes nécessaires pour l'appréciation de la surface, et il exigera que chaque élève, de son côté, fasse le calcul. Ces exercices familiariseront avec les mesures agraires et habitueront à convertir très-rapidement un nombre de mètres carrés en hectares, ares et centiares.

On est en état maintenant d'arpenter toute espèce de terrain avec la chaîne métrique, l'équerre d'arpenteur et les jalons.

Les pièces de terre ont ordinairement la forme de quadrilatères irréguliers ou de polygones irréguliers; mais les polygones se divisent en triangles, en rectan-

gles et en trapèzes rectangulaires ; il faut donc savoir mesurer ces différentes surfaces.

Nous n'avons pas parlé spécialement des terrains inclinés ; mais comme , dans ce cas , on ne relève pas la superficie réelle , et que l'on réduit au plan horizontal , les règles que nous avons prescrites s'appliquent aux terrains inclinés aussi bien qu'aux surfaces planes.

En traitant du *nivellement* , nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet. — *Voyez* le chap. XI.

DEUXIÈME PARTIE.

LEVÉE DES PLANS.

CHAPITRE V.

ÉCHELLE.

68. — Il ne suffit pas de savoir mesurer la superficie d'un champ, d'une propriété : il est souvent nécessaire d'obtenir la figure de ce champ, de cette propriété, et d'en lever *le plan*.

Lever le plan, c'est tracer en petit sur le papier la figure exacte d'un terrain avec tous ses détails, en conservant l'égalité des angles et la proportionnalité des côtés.

Comme il est impossible de représenter sur une feuille de papier la figure d'un champ, d'une pièce de terre, d'un bois, dans ses véritables dimensions, on diminue toutes les lignes dans le même rapport, en conservant la direction des côtés, c'est-à-dire l'égalité des angles. C'est ainsi que, dans la peinture, on peut faire une ressemblance parfaite en miniature, c'est-à-dire dans des dimensions très-petites, mais proportionnelles à la nature.

Si la directrice qui traverse un champ a 80 mètres de longueur, en réduisant au centième, on aura 8 décimètres pour la longueur de la directrice du plan ; si un côté du polygone avait 40 mètres, le côté proportionnel du plan aurait 4 décimètres, et ainsi des autres. Le plan donne une idée parfaitement exacte de la figure

..

du terrain, lorsque l'écartement des côtés est le même sur le terrain et sur le plan, c'est-à-dire lorsque les angles sont égaux.

Si une distance de 1,250 mètres devait être représentée sur un plan, comme nous venons de l'indiquer, c'est-à-dire par une ligne 100 fois plus petite, il faudrait tracer sur le papier une ligne de 12 mètres 50 centimètres, ce qui serait impossible. La réduction au millième donnerait encore 1 mètre 25 centimètres de longueur. Or, le papier grand-aigle n'ayant que 0^m,975 de largeur, il serait nécessaire de coller deux feuilles ensemble pour y tracer la directrice 1^m.25.

Il est donc très-important, avant de commencer le dessin du plan, de chercher la proportion dans laquelle il faut le représenter, et, par conséquent, l'échelle qui doit servir de base à toutes les opérations.

69. — On nomme *échelle* une ligne qui représente la longueur que doivent occuper sur le papier un certain nombre de mètres mesurés sur le terrain, ce qui permet d'apprécier la véritable longueur d'une ligne du plan en la portant sur l'échelle.

La grandeur d'un plan peut être, avec celle du terrain qu'elle représente, dans un rapport quelconque : on conçoit donc que le nombre des échelles est infini.

Il n'y a aucune règle générale pour adopter telle ou telle échelle ; cependant les échelles décimales au centième, au millième, au dix-millième, au cent-millième, sont beaucoup plus commodes dans la pratique que celles qui sont construites d'après un rapport arbitraire.

Une échelle très-adoptée est celle d'un millimètre pour mètre. Cette échelle décimale est d'autant plus commode, que l'on trouve dans le commerce des décimètres en bois très-bien gravés. Si l'on mesure une distance de 251 mètres sur le terrain, il ne s'agit que de diviser 251 mètres par 1,000, ou de reculer le point de

trois rangs vers la gauche, ce qui donne 0^m.251 ; une longueur de 251 millimètres, mesurée sur le mètre en bois, fournira une ligne proportionnelle aux 251 mètres mesurés sur le terrain.

70. — Dans le CADASTRE et dans l'*arpentage des communes*, les plans sont levés à l'échelle de 1 à 5,000, c'est-à-dire d'un millimètre pour 5 mètres, ou, en multipliant les deux nombres par 1,000, d'un mètre pour 5 kilomètres.

Cet arpentage a été ordonné par les arrêtés des 12 brumaire an XI et 27 vendémiaire an XII.

Les plans se rattachent par des opérations trigonométriques à des points de repère sur les communes adjacentes, tels que moulins, églises, clochers.

Les lignes tracées sur le plan de décimètre en décimètre, de centimètre en centimètre, de millimètre en millimètre, forment des carrés parfaits. Les carrés d'un décimètre de côté représentent 25 hectares de terrain ; les carrés d'un centimètre de côté représentent 25 ares de terrain, et les carrés d'un millimètre de côté représentent 25 centiares de terrain.

La loi du 29 novembre 1808 ordonne la confection de *plans parcellaires* qui contiennent les différentes parties de propriété de chaque commune. L'arpentage parcellaire comprend les chemins, les rivières, les forêts, les montagnes.

Ordinairement, l'arpentage parcellaire se compose d'autant de feuilles qu'il y a de sections dans la commune ; si certaines sections sont trop étendues, on les subdivise.

De tous ces plans particuliers on forme un plan général de la commune à l'échelle de 1 à 5,000.

Lorsque le territoire excède 1,200 hectares, l'échelle est de 1 à 10,000.

Lorsque le territoire excède 3,000 hectares, l'échelle est de 1 à 20,000.

Quant aux plans parcellaires, ils sont construits à l'échelle de 1 à 2,500; en multipliant les deux termes du rapport par 4, on trouve l'échelle de 4 à 10,000, c'est-à-dire que 4 millimètres sur le plan représentent 10 mètres, ou 1 décamètre sur le terrain.

Lorsqu'une commune est *cadastrée*, elle a le plan exact de son territoire et la limite de chaque parcelle de propriété.

Une *matrice cadastrale* indique les noms de tous les propriétaires, avec la contenance et le revenu de toutes les natures de biens. A la matrice cadastrale sont joints des *livres de mutation*, où se trouvent consignés tous les changements survenus dans la propriété.

Le cadastre produira l'excellent résultat d'égaliser l'impôt autant qu'il sera possible de le faire, et de lui donner cette régularité si désirable dans un pays aussi bien administré que la France.

Le dépôt de la guerre emploie les échelles de $\frac{1}{10000}$, $\frac{1}{20000}$, $\frac{1}{40000}$, $\frac{1}{80000}$, pour la topographie de la France.

L'échelle employée par Cassini, pour la *Carte de France*, est de $\frac{1}{86400}$.

On doit comprendre maintenant que le choix de l'échelle dépend de l'objet qu'on se propose de représenter, et que, plus le terrain qu'on veut relever est grand, plus on prend une échelle petite.

Lorsqu'il faut renfermer un plan sur une feuille de papier de grandeur donnée, telle que du *grand-raisin* ou du *colombier*, on est obligé d'adopter, pour représenter le mètre, une longueur qui n'est pas une division exacte du mètre; il faut construire une *échelle*.

Pour construire une échelle, tracez une ligne indéfinie (fig. 47), et portez dix fois sur cette ligne, de A en B, une ouverture de compas qui doit représenter la longueur du mètre sur le plan. La longueur AB, qui contient dix ouvertures de compas, représentera un

décamètre. On portera ensuite AB de B en C, puis de C en D, etc. On compose ordinairement les échelles de dix parties égales à AB ; en sorte que la longueur représentée par l'échelle est alors de 10 décamètres, ou de 1 hectomètre.

71. — Pour obtenir une plus grande précision, on se sert d'une échelle sur laquelle on peut prendre des dixièmes : c'est ce qu'on appelle l'*échelle des dîmes*, ou des *dixièmes* (fig. 48).

ABCD est à volonté un rectangle ou un carré ; AB est divisé en dix parties égales, ainsi que DC.

On mène de la 1^{re} division de AB une oblique jusqu'au point D ; on mène une oblique de la 2^e division de AB à la 1^{re} division de DC ; et ainsi de suite, comme on peut le voir sur la figure 48.

Il résulte de cette division un moyen d'obtenir des dixièmes d'unité : les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, indiquent un, deux, trois, quatre, cinq, six, sept, huit, neuf dixièmes de l'unité linéaire.

Quand on sait construire une échelle et s'en servir, il n'est pas difficile de tracer sur le papier la figure d'un terrain dont on aura d'abord dessiné le croquis.

Le *croquis* est une esquisse indiquant les détails du plan et la direction approximative des lignes. Nous allons voir avec quels instruments on peut relever les angles du terrain.

CHAPITRE VI.

FLANCHETTE.

72. — On relève les angles immédiatement sur le terrain avec la *planchette* : c'est une petite table rectangulaire de 8 décimètres de longueur et de 5 déci-

mètres de largeur, sur laquelle on place une feuille de papier.

Cette feuille de papier est fixée sur une planchette, soit avec de la *colle à bouche*, soit avec des *punaises*, ou épingles à tête plate, soit enfin avec des rouleaux adaptés le long de deux de ses bords opposés, et retenus par des écrous.

Pour bien conserver la feuille du plan, on la colle ordinairement sur de la mousseline.

La planchette est soutenue par un trépied qui s'adapte à une douille surmontée d'un genou de cuivre. Au moyen de ce genou, on lui fait prendre diverses positions.

73. — La planchette se compose de trois parties bien distinctes : 1° de la planchette proprement dite ; 2° du genou ; 3° du trépied. Depuis l'invention de cet instrument, par *J. Prætorius*, de Nuremberg, au xvi^e siècle, on y a fait des perfectionnements d'une haute importance et qui laissent peu de chose à désirer pour la pratique.

Ordinairement le genou est composé d'une sphère en cuivre, retenue entre deux coquilles qui tiennent par le bas à une douille dans laquelle on fait entrer la tige du trépied. Ce n'est qu'avec beaucoup de peine et avec une grande habitude que l'on parvient à placer la tablette dans une position horizontale ; une bille d'ivoire ou un petit niveau à l'esprit-de-vin, appliqué à sa surface, indique cette position horizontale, que l'on trouve après un certain nombre de tâtonnements.

On exécute aujourd'hui des planchettes dans lesquelles le mouvement du genou est double, ce qui permet d'arriver plus promptement au plan horizontal.

74. — Si le plan que l'on doit lever occupe une grande étendue en longueur, on se sert d'une plan-

chette à cylindre ; les cylindres, placés aux deux côtés de la planchette, permettent de réunir plusieurs grandes feuilles de papier collées ensemble, qui passent d'un rouleau sur l'autre par un simple mouvement de manivelle. — Voir fig. 105, pl. 9.

75. — Pour opérer avec la planchette, il faut une *alidade* en cuivre ou en bois très-dur, sur laquelle est gravée une échelle de proportion. Les extrémités de l'alidade sont terminées par deux pinnules verticales très-hautes, pour viser les lieux élevés ou déprimés. — Voir fig. 106, pl. 9.

Il est essentiel, pour ne pas commettre d'erreur grave, d'employer une boussole qui sert à orienter la planchette d'une manière invariable.

L'alidade a reçu dans sa construction des modifications aussi importantes que celles de la planchette. On y adapte des lunettes qui fatiguent moins la vue, et qui donnent des résultats plus exacts que les alidades à pinnules. — Voir fig. 107, pl. 9.

USAGE DE LA PLANCHETTE.

76. — Pour lever le plan du terrain (fig. 49), on pose la planchette horizontalement au point A ; on suppose qu'on a assujetti la feuille de papier sur la planchette par un des moyens indiqués plus haut, et que l'on est muni d'une alidade, d'une chaîne, de jalons, de crayons et de compas.

La planchette doit être placée de telle sorte que le point A du terrain corresponde verticalement avec le point A du papier, ce qui se trouve facilement avec le fil à plomb.

On envoie planter des jalons aux points B, C, D, E, F. L'arpenteur enfonce une aiguille sur le plan au point A, et appuie sur cette aiguille une des extrémités de l'alidade, dirigeant l'autre sur le jalon en B. Dans cette position, on fait glisser une pointe de crayon

le long de l'alidade, dans la direction AB. Sans déranger la planchette, on fait pivoter l'alidade autour de l'aiguille en A, et l'on dirige son autre extrémité vers le point F; on trace de même sur le plan une ligne au crayon selon la direction AF, ce qui détermine l'angle BAF.

On envoie mesurer les lignes AF et AB, et on prend sur l'échelle autant de parties que l'on en a trouvé sur le terrain, ce qui déterminera sur le plan les points *a*, *f*, *b*.

On transporte la planchette au point B, de manière que le point B du terrain corresponde verticalement au point B du papier; on applique l'alidade le long de la ligne AB, et on la tourne jusqu'à ce que l'on aperçoive le jalon A par les pinnules de l'alidade. Sans déranger la planchette, on fait pivoter l'alidade autour de l'aiguille en B jusqu'à ce que l'on aperçoive le jalon placé en C; on fait glisser une pointe de crayon le long de l'alidade, et l'on trace la ligne indéfinie BC. Quand la distance BC est mesurée, on porte sur le plan une distance proportionnelle donnée par l'échelle; on a alors trois droites, *fa*, *ab*, *bc*, qui correspondent proportionnellement aux trois côtés FA, AB, BC, du polygone; on transporte la planchette en C, et on applique l'alidade sur la ligne au crayon *bc*; on tourne la planchette jusqu'à ce qu'on aperçoive à travers les pinnules le jalon planté en B. Alors, et sans toucher à la planchette, on fait pivoter l'alidade autour de l'aiguille en C, jusqu'à ce qu'on aperçoive à travers les pinnules le jalon planté en D; on trace sur le plan la ligne au crayon *cd*; on fait mesurer sur le terrain la ligne CD, et l'on porte une ouverture proportionnelle de compas, ce qui détermine le point *d*. La planchette est transportée ensuite en D, avec les précautions indiquées ci-dessus; on tourne la planchette jusqu'à ce que l'alidade dirigée sur *cd* laisse découvrir le jalon en C; alors on fait pivoter l'alidade autour de

l'aiguille en D, jusqu'à ce qu'on découvre à travers les pinnules le jalon en E; on trace la ligne indéfinie *de* au crayon, et on porte dessus une ouverture de compas proportionnelle à la distance DE, que l'on a fait mesurer à la chaîne. L'opération est terminée, car il ne reste plus qu'à joindre sur le plan les points E et F, qui ferment le polygone *abcdef*, semblable au terrain ABCDEF.

Pour vérifier le plan, il faudra faire mesurer sur le terrain le côté EF, et voir si la ligne *ef* du plan contient le même nombre de parties que la ligne EF du terrain. Si ce nombre est le même, l'opération est exacte et le *polygone est fermé*.

77. — On peut opérer de plusieurs manières avec la planchette, selon les circonstances. Dans le cas précédent (fig. 49), on supposait que du point A on ne pouvait pas apercevoir les jalons placés en B, C, D, E, F, ce qui a nécessité le transport successif de la planchette à tous les angles du polygone.

78. — Si, au contraire, du point A on peut apercevoir tous les jalons en B, C, D, E, F (fig. 50), on évite de transporter la planchette à plusieurs stations différentes, opérations toujours difficiles à exécuter sur le terrain, et qui exigent beaucoup de temps pour retrouver la situation horizontale et la coïncidence du point indiqué sur le papier par une aiguille, et du point de station qui est le sommet d'un des angles du polygone.

Dans l'hypothèse où la planchette n'a pas besoin d'être transportée, on place la planchette en A (fig. 50); on marque sur le plan un point *a* qui coïncide par une verticale au sommet A du polygone; on plante une aiguille au point *a*; on dirige l'alidade selon AB, et dès qu'on aperçoit le jalon B à travers les pinnules, on fait glisser une pointe de crayon le long de l'alidade, ce qui détermine sur le plan la ligne indéfinie *ab*; on fait pivoter l'alidade autour de l'aiguille en *a*, et on la dirige

sur C; on trace alors la ligne indéfinie ac ; dirigeant l'alidade, toujours appuyée sur A, dans l'alignement AD, on trace sur le plan la ligne indéfinie ad ; on agit de la même manière pour tracer les lignes indéfinies ae et af .

On envoie alors mesurer sur le terrain les distances AB, AC, AD, AE, AF; on prend sur l'échelle autant d'unités qu'il y en a dans les longueurs mesurées sur le terrain, et on marque sur le plan les points b, c, d, e, f . Il ne reste plus qu'à tirer ab, bc, cd, de, ef , qui sont les côtés du polygone du plan $abcdef$, semblable au polygone du terrain ABCDEF.

79. — Il peut arriver qu'au milieu du terrain à mesurer il y ait une élévation qui permette d'apercevoir tous les sommets des angles du polygone.

Si le terrain ABCDEFGH présente cette disposition, placez votre planchette en O (fig. 51) de manière à pouvoir distinguer simultanément tous les jalons en A, B, C, D, etc. Il est inutile de répéter que la tablette doit être dressée bien horizontalement, puisque c'est une condition indispensable de l'exactitude du plan.

Quand le point O est déterminé sur le plan par une aiguille enfoncée perpendiculairement, on dirige l'alidade de O en A, de manière qu'elle s'appuie contre l'aiguille plantée en O, et que l'on aperçoive par les pinnules le jalon planté en A; tracez alors la ligne indéfinie Oa ; dirigez ensuite successivement l'alidade sur les points B, C, D, etc., et tracez sur le plan les lignes indéfinies Ob, Oc, Od, Oe, Of, Oh .

Faites mesurer à la chaîne les distances OA, OB, OC, OD, OE, OF, OG, OH, et prenez autant de parties sur l'échelle qu'il y a d'unités de mesures dans les distances chaînées sur le terrain : vous aurez les points a, b, c, d, e, f, g, h ; il ne reste qu'à tracer sur le plan les côtés ab, bc, cd, de, ef, gh , et le plan sera terminé.

80. — Si l'élévation, au lieu de se trouver dans l'intérieur du polygone, se trouvait au dehors, c'est là qu'il faudrait établir la station, pourvu que de ce point on découvrit simultanément tous les jalons plantés au sommet des angles. Ce cas ne présente aucune difficulté particulière digne d'être mentionnée.

On pourrait également placer la planchette sur un des côtés du polygone.

81. — Dans les problèmes précédents que nous avons résolus avec la planchette, il a fallu mesurer un grand nombre de distances sur le terrain. Voici un procédé très-rapide pour éviter de prendre toutes ces mesures; on l'appelle *méthode des intersections*.

Aux extrémités A et B de la droite AB, prise comme directrice du plan (fig. 52), plantez des jalons et mesurez cette base à la chaîne : placez la planchette en A, et tracez selon la direction AB une ligne *ab* sur le plan, proportionnelle à la distance AB. Au point *a* est piquée une aiguille contre laquelle on appuiera l'alidade que l'on dirigera successivement selon AC, AD, HE, AF, AG, AH, et on tracera sur le plan les lignes *ac*, *ad*, *ae*, *af*, *ag*, *ah*.

Transportez ensuite la planchette au point B, de manière que le point *b* du plan tombe verticalement sur le sommet de l'angle B du polygone, et que la ligne *ab* du plan soit dirigée suivant la ligne AB du terrain.

Piquez une aiguille en *b* sur le plan, et dirigez successivement l'alidade selon BF, BE, BD, BC, BH, BG; vous tracerez les lignes indéfinies *bf*, *be*, *bd*, *bc*, *bh*, *bg*, sur le plan; leur intersection avec les lignes indéfinies tracées de la station A déterminera les points *f*, *e*, *d*, *c*, *h*, *g*; il n'y aura plus alors qu'à tirer les droites *bf*, *fe*, *ed*, etc., qui sont les côtés du polygone *abcdefgh*, semblable au polygone du terrain.

Ce procédé, qui est très-rapide pour tracer les plans, ne donne pas un résultat rigoureux, parce que

l'intersection n'est pas toujours nettement déterminée, surtout lorsque les angles sont très-aigus ou très-obtus. Cependant, quand le terrain n'est pas d'une grande étendue et n'a qu'une douzaine d'hectares, on peut employer utilement la *méthode des intersections*, pourvu toujours que les lignes qui, par leur intersection, déterminent les sommets des angles, ne se coupent pas trop obliquement.

82. — Les différents procédés que nous venons d'indiquer suffisent pour faire connaître la pratique de la planchette, qui est un instrument commode et très-répandu. Un de ses plus grands avantages est de rendre avec fidélité les moindres détails d'un plan.

Dès que le polygone est fermé, et que l'on est sûr de ses opérations, on place dans l'intérieur du plan les accidents qui peuvent s'y rencontrer, tels que les chemins, les ruisseaux, les natures de terrain, etc.

Nous ajouterons encore un mot sur la planchette. Le papier s'étend ou s'allonge, par suite de la chaleur ou de l'humidité. On remédie à cet inconvénient en se servant d'une planchette vernissée, sur laquelle on dessine comme si elle était couverte de papier ; mais il faut reporter ensuite le plan sur la feuille de papier au moyen d'un compas. Quand le plan est terminé, on enlève avec une éponge les traces des lignes.

Dès que le vernis est usé, on en met un nouveau, après avoir fait disparaître les traces de l'ancien. Il faut en appliquer plusieurs couches.

CHAPITRE VII.

GRAPHOMÈTRE.

83. — Au lieu d'effectuer les opérations linéaires sur le terrain au moyen de la planchette, on peut faire

un *croquis* de la surface que l'on doit mesurer, et prendre une note exacte de toutes les longueurs et de tous les angles. Le croquis doit représenter, aussi fidèlement qu'il est possible, la figure du terrain, avec ses divers accidents. Il n'est pas nécessaire de donner aux détails, sur le croquis, leur grandeur proportionnelle; ils échapperaient à la vue. On les dessine habituellement de manière qu'ils soient faciles à distinguer. Revenu chez soi, on peut remettre le tout en proportion au moyen d'une échelle; mais il faut relever ses mesures avec soin, et ne pas craindre de prendre beaucoup de notes sur les détails du plan.

Dans cette manière d'opérer, on substitue à la planchette un instrument qui sert à mesurer les angles, et que l'on nomme *graphomètre*.

84. — Le graphomètre est un instrument composé d'un demi-cercle de cuivre, dont le limbe ou bord est divisé en 180 degrés; il a, en outre, une alidade immobile et une alidade mobile sur le centre. Ces deux alidades sont munies à leurs extrémités de pinnules pour observer les objets. Quand il s'agit d'examiner des points éloignés, on remplace les alidades à pinnules par des lunettes garnies de *vis de rappel*, pour mettre le plan de l'instrument dans l'inclinaison que l'on veut lui donner.

85. — Le limbe du graphomètre est divisé en degrés et en fractions de degrés.

Sur chaque extrémité de l'alidade mobile est un arc de cercle d'un certain nombre de degrés, ayant le même centre que l'instrument, et divisé en plus petites parties formant *vernier*, ingénieuse invention due à *Pierre Vernier*, châtelain d'Ornans.

Nous allons en donner une idée, que nous chercherons à rendre claire, malgré la difficulté réelle du sujet. Supposons l'arc de cercle de 19 degrés du limbe : au lieu d'être divisé en 19 parties, on le divise

en 20 parties égales, en sorte que, si la première division du vernier correspond exactement avec la première division du limbe, la seconde division du vernier ne correspondra pas exactement avec celle du limbe, mais en différera d'un vingtième. En effet, avec un peu d'attention, on comprendra facilement que, si l'arc de l'alidade mobile, qui vaut 19 degrés du limbe, était divisé en 19 parties égales, les degrés du vernier correspondraient exactement aux degrés du limbe; ce qui ne saurait arriver, puisque 19 degrés du vernier valent 20 degrés du limbe : d'où l'on tire le rapport 19 : 20, ou $\frac{19}{20}$. Multipliant les deux termes du rapport par 3, ce qui n'altère pas sa valeur, on trouve 57 : 60. Nous multiplions par 3 pour avoir 60 divisions ou 60 minutes. Chacune des divisions du vernier, au lieu de valoir 60 minutes, vaudra 57 minutes, et ne différera de celle du limbe que de 3 minutes. Ainsi donc, la première division du vernier ne différera de la première division du limbe que de 3 minutes, la seconde différera de 6 minutes, la troisième de 9, la quatrième de 12, etc., etc.; en sorte que l'on peut ajouter les minutes comptées sur le vernier aux degrés comptés sur le limbe, ce qui fournit une assez grande précision.

Au milieu du graphomètre se trouve une petite *boussole* qui sert à *orienter* le plan, c'est-à-dire à faire connaître la position du lieu où l'on se trouve et des objets que l'on observe par rapport au méridien.

Le graphomètre se place sur un trépied auquel il s'adapte par une douille surmontée d'un genou en cuivre.

86. — Pour vérifier un graphomètre, on peut tracer un triangle sur le terrain et en mesurer séparément les angles. Si l'on trouve, en faisant la somme, 180 degrés ou un résultat très-approximatif, l'instrument est exact. Il est nécessaire de recommencer plusieurs fois l'opération pour s'assurer de l'exactitude.

On doit examiner si les pinnules correspondent par-

faitement entre elles, et mesurer avec une ouverture de compas les divisions du limbe, qui doivent être parfaitement égales. Nous ferons remarquer à ce sujet qu'un moyen plus sûr de vérifier les divisions du limbe est d'en prendre quatre ou cinq dans une ouverture de compas, en avançant d'une seule division. Si l'instrument n'est pas très-bien construit, l'erreur se manifeste bien sensiblement.

Un second moyen de vérification du graphomètre est de mener autour de soi des rayons visuels vers un certain nombre d'objets, et de mesurer avec l'instrument les angles consécutifs que ces rayons forment entre eux. C'est ce qu'on appelle *faire un tour d'horizon*. La somme de ces angles doit être égale à 360 degrés.

87. — Au moyen du graphomètre :

1° *On calcule l'amplitude numérique d'un angle sur le terrain* (fig. 53).

Soit l'angle ABC dont on veut calculer l'amplitude numérique. On en forme d'abord le croquis sur le papier, puis on plante des jalons aux points A et C, et on place le graphomètre au point B, de manière que le centre réponde exactement au sommet B, ce qui est facile à vérifier avec un fil à plomb que l'on attache au centre.

Il faut s'assurer ensuite si le limbe du graphomètre est dans le plan horizontal ; pour vérifier si le limbe du graphomètre est parfaitement horizontal, on se sert du *niveau* à esprit-de-vin ; mais ordinairement il y en a un fixé sur l'instrument.

Quand le graphomètre est dans le plan horizontal, on dirige l'alidade immobile sur le point C', et l'alidade mobile sur le point A' ; on s'assure si les pinnules correspondent bien exactement aux points cherchés, et l'on n'a plus qu'à examiner sur le limbe le nombre de degrés et de minutes que contient l'angle A'B'C'.

Il est à remarquer que ce n'est pas la mesure de l'angle ABC que donne le graphomètre, mais celle de l'angle A'B'C', son égal comme correspondant.

88. — 2° *On élève une perpendiculaire sur une droite donnée.*

Placez le graphomètre au point C (fig. 54); dirigez l'alidade immobile selon la direction AB; il suffit de diriger l'alidade mobile sur le 90° degré du limbe pour obtenir la direction CD, qui est la perpendiculaire demandée.

Si l'on voulait abaisser la perpendiculaire du point D sur la ligne AB, on placerait l'alidade mobile sur le 90° degré du limbe, on dirigerait l'alidade immobile dans l'alignement AB, et l'on chercherait, par des tâtonnements, un point sur la ligne AB, tel que les pinnules de l'alidade mobile correspondissent au jalon planté d'avance en D, tandis que les pinnules de l'alidade immobile indiqueraient toujours l'alignement AB. Le point C, qui correspond à la direction des deux alidades, est le point cherché; CD est la perpendiculaire abaissée de D sur AB.

89. — Avec le graphomètre et la chaîne métrique, on peut mesurer un terrain : le graphomètre donne l'amplitude numérique des angles, et la chaîne métrique les distances en mètres; c'est tout ce qu'il importe de connaître. A l'aide de ces résultats, on construit le plan par les moyens graphiques.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur l'emploi du graphomètre. Avec cet instrument, on peut mesurer tous les angles d'un polygone, que l'on divise en triangles et en trapèzes, lorsque le terrain est accessible. Quant à la solution des problèmes trigonométriques, nous renvoyons aux traités complets, qui conviennent spécialement aux ingénieurs et aux géomètres du cadastre.

90. — Dans la topographie, et même dans l'arpen-

tage, on emploie aujourd'hui le *petit cercle de Borda* et le *goniasmomètre*. Ce dernier instrument (fig. 102) est composé de deux parties de cylindres droits (pl. 9); la partie inférieure est fixe, et la partie supérieure seule est mobile. La circonférence du cylindre supérieur est divisée en 360 degrés.

Une vis P, placée au-dessous du cylindre, imprime le mouvement à la portion supérieure.

Le cylindre inférieur B est percé de deux fentes terminées par de petites fenêtres; le cylindre supérieur A est percé de quatre fentes à fenêtres.

On comprend que le goniasmomètre sert à la fois d'équerre et de graphomètre. Cet instrument, inventé ou du moins perfectionné par les officiers d'artillerie de l'école de Metz, convient principalement aux officiers d'état-major, aux ingénieurs-géographes et aux géomètres du cadastre.

Nous devons parler ici d'un instrument qui peut, dans bien des cas, remplacer la chaîne et donner les mesures de distance avec plus de précision que celle-ci, surtout lorsque le terrain est accidenté; il peut aussi procurer l'économie d'un aide quand il est substitué à la chaîne. Cet instrument est le *micromètre*, dont la théorie est fondée sur ce seul principe, que les angles sous lesquels un même objet est vu sont en raison inverse de sa distance à l'œil. Si l'on a vu un objet placé à une distance quelconque sous un angle de 20 minutes, et qu'après s'en être rapproché il soit aperçu sous un angle de 40 minutes, on est assuré que la nouvelle distance est exactement la moitié de la première, parce que l'angle s'est trouvé double à la seconde station; mais, si l'on forme un angle fixe dans la lunette, cet angle embrassera une plus ou moins grande partie d'un même objet, suivant que la distance de cet objet à l'œil sera plus grande ou plus petite. Si, en outre, cet objet est d'une grandeur donnée, et qu'il porte des di-

visions, on pourra connaître la distance à laquelle on est de l'objet, si l'on sait d'ailleurs le nombre de divisions auquel répond l'ouverture de l'angle fixe à une certaine distance.

C'est d'après ce principe qu'on a inventé la *stadia*.

La *stadia* est une règle de sapin d'un peu plus de 3 mètres de long, d'un décimètre de large, et de 2 centimètres d'épaisseur. Elle est armée, par le bas, d'une pointe de fer; elle est pliée en deux au moyen d'une charnière de toute la largeur de la règle; un fil à plomb attaché à la *stadia* sert à la placer dans une position verticale. La *stadia* est peinte en blanc; on trace en noir les divisions de 15 centimètres de hauteur, qui représentent chacune 10 mètres. Une division de la *stadia* au milieu, et une dans la partie supérieure, sont partagées en 10 parties égales, et chaque partie représente un mètre.

Le micromètre et la *stadia* n'ont, jusqu'à présent, guère été employés que dans la topographie de la carte de France, ce qui nous empêche d'entrer dans de plus grands détails sur ces instruments.

CHAPITRE VIII.

DE LA BOUSSOLE.

91. — La boussole, qui d'abord ne servait que dans la marine, a été plus tard appropriée aux besoins de l'arpentage*.

La boussole d'arpenteur (fig. 55) se compose d'une

* La propriété directrice de l'aimant est une des plus belles découvertes que les hommes aient jamais faites; elle a fourni aux navigateurs le moyen

aiguille aimantée; munie d'une chape d'agate; elle est soutenue dans une situation horizontale par la pointe d'un pivot aigu d'acier.

La pointe de l'aiguille répond à un limbe divisé en 360 degrés.

La boussole est renfermée dans une boîte carrée, dont le couvercle s'adapte à coulisse. Pour empêcher que les mouvements de l'air n'influent sur ceux de l'aiguille aimantée, le limbe est recouvert d'une glace qui intercepte toute communication avec l'extérieur.

Quand on transporte la boussole d'un lieu dans un autre, on empêche l'aiguille de ballotter au moyen d'un petit ressort *a* (fig. 55) qui la rend immobile à volonté.

Sur une des faces latérales de la boîte est appliquée une *alidade à visière bc*, pivotant autour d'un axe, ou une *alidade à lunette*. Il y a plusieurs manières d'adapter l'alidade à la boîte, mais l'usage en est toujours le même. Dans toutes les méthodes, les pinnules sont dirigées parallèlement à la ligne *nord* et *sud* du limbe.

La boussole se place sur un pied au moyen d'un genou à coquilles, ou, préférablement, d'un genou à deux mouvements; elle doit être maintenue dans un plan horizontal.

de reconnaître leur route à travers l'immensité des mers, au milieu des nuits les plus obscures, qui dérobent la vue des astres.

Une simple aiguille aimantée, suspendue en équilibre sur un pivot, devient un guide sûr qui permet aux hommes d'aller à la découverte de terres nouvelles, ou d'arriver directement dans un port après un très-long voyage.

On ignore le nom de celui auquel le genre humain doit un si grand bienfait; cependant on trouve des preuves certaines de l'existence de la boussole appliquée à la navigation dans le *xii^e* siècle, vers 1150. La boussole, après avoir été employée seulement dans la marine, fut plus tard appliquée à l'arpentage, et rangée parmi les *goniomètres*, ou instruments qui fournissent l'amplitude numérique des angles. Des voyageurs dignes de foi racontent que la boussole était employée de temps immémorial en Chine, mais que les Chinois ne s'en servaient que dans les voyages sur terre.

La boussole peut servir aux mêmes opérations que le graphomètre, puisque l'on mesure l'amplitude numérique des angles au moyen des deux instruments.

Pour mesurer l'angle B (fig. 53) au moyen de la boussole, placez l'instrument horizontalement au point B, dirigez la visière sur le point A, et examinez le nombre de degrés qu'indique la flèche de l'aiguille aimantée; dirigez ensuite la visière sur le jalon planté en C; examinez de nouveau le nombre de degrés que marque sur le limbe la flèche de l'aiguille aimantée : la différence de ces deux résultats est l'expression numérique de l'amplitude de l'angle B, quand l'aiguille aimantée a toute la liberté de ses mouvements.

92. — Plusieurs motifs empêchent bien des arpenteurs de substituer la boussole au graphomètre dans la mesure des angles : les vacillations de l'aiguille ne permettent pas d'obtenir leur valeur à moins d'un demi-degré près, approximation souvent insuffisante; d'un autre côté, la présence des matières ferrugineuses déranger l'aiguille autant que les variations atmosphériques.

Mais, si la boussole n'est pas susceptible de donner une grande précision, on l'emploie utilement pour lever le plan des bâtiments; elle fournit rapidement la direction des murs et des cloisons. Elle sert aussi à relever les sinuosités des chemins, des rivières; à tracer des routes dans les forêts, etc., etc. Plusieurs arpenteurs habiles préfèrent même la boussole à la planchette et au graphomètre pour relever de grandes surfaces : un de ses avantages est de ne pas laisser les erreurs s'accroître dans la mesure des angles.

Avec la boussole on n'opère pas immédiatement comme avec la planchette; mais on suit la marche que nous avons indiquée pour le graphomètre, c'est-à-dire que l'on fait un croquis. On rapporte les mesures sur le papier, savoir : les longueurs avec l'échelle de proportion, et les angles avec le rapporteur. Ce qui a été

dit sur les plans levés au graphomètre s'applique aux plans levés à la boussole.

93. — On applique la boussole aux planchettes, qui prennent alors le nom de *planchettes orientées*. Ces planchettes sont très-commodes pour arpenter les terrains couverts et qui offrent beaucoup de détails.

Avec les planchettes orientées on ne mesure pas l'angle que fait chaque rayon visuel avec le rayon précédent, mais celui qu'il fait avec le méridien, en sorte que les erreurs ne s'accroissent pas à chaque nouvelle opération, comme il n'arrive que trop souvent avec des planchettes ordinaires. Elles ont donc un grand avantage sur les planchettes ordinaires : c'est que le plan se dessine sur le terrain même, en même temps que les erreurs se découvrent immédiatement.

94. — Il est d'usage d'*orienter les plans*, c'est-à-dire de tracer une ligne dans la direction du *nord* au *sud*. Une perpendiculaire à cette ligne donne les deux autres points cardinaux, l'*est* et l'*ouest*.

Pour orienter un plan, on mesure un angle avec le graphomètre.

On porte le graphomètre à boussole au point C (fig. 54) ; on dirige l'alidade parallèlement à la ligne du nord de la boussole, sur le côté CD, de manière que le point nord de la boussole soit dirigé vers D. On relève l'angle indiqué par l'aiguille de la boussole. Si l'on trouve que l'angle donné par l'aiguille de la boussole et le rayon visuel de l'alidade est de 45° , en retranchant de ce nombre la déclinaison de la boussole, qui est actuellement de $20^{\circ} 25'$ vers l'ouest, le reste, $24^{\circ} 35'$, indiquera le vrai nord ou la méridienne du lieu.

95. — Si l'aiguille aimantée se dirigeait toujours vers le vrai nord, rien ne serait plus facile que d'orienter un plan ; mais elle s'en écarte d'une certaine quantité, qu'on appelle *déclinaison*. Cette déclinaison n'est pas assujettie à des lois invariables ; elle change

même d'une année à l'autre, et varie selon les lieux. Il est donc important d'avoir la déclinaison du temps et du lieu. On l'obtient en traçant une méridienne ou ligne du vrai nord : l'angle que fait cette ligne avec l'aiguille aimantée est la déclinaison du temps et du lieu.

96. — Pour tracer une méridienne, on élève sur un terrain bien horizontal un bâton de 5 décimètres de haut, portant à son extrémité supérieure une plaque de fer percée d'un petit trou et inclinée un peu à l'horizon. Par le trou, faites passer un fil à plomb : il indiquera sur la terre le pied d'une perpendiculaire dont le petit trou de la plaque est le sommet. A dix heures du matin, quand il fait soleil, marquez sur le terrain le point brillant qui se trouve dans l'ombre projetée par la plaque. Ce point est fourni par la petite ouverture dont nous avons déjà parlé. Du pied de la perpendiculaire indiqué par le fil à plomb, et avec un rayon terminé au point brillant, décrivez un arc de cercle. Observez avec soin, l'après-midi, l'instant où le centre du petit trou éclairé tombe exactement sur l'arc que l'on a tracé. Si l'on joint, par une ligne droite, le pied de la perpendiculaire au milieu de l'arc dont les extrémités ont été formées par les deux points lumineux avant et après midi, cette ligne sera la méridienne cherchée.

Nous ferons remarquer que ce moyen bien simple n'est d'une grande exactitude qu'aux mois de juin et de décembre : il est moins exact dans les autres mois ; cependant l'erreur n'est pas considérable, et peut être négligée quand il s'agit d'orienter un plan.

Dans le cadastre, les plans sont orientés en plein nord, défalcation faite cependant de la déclinaison de l'aiguille aimantée à l'Observatoire de Paris. Cette déclinaison est de $20^{\circ} 25'$ ouest.

On rattache les plans du cadastre à la méridienne de

l'Observatoire de Paris par des verticales et des horizontales.

97. — Nous avons donné les règles pour arpenter avec la planchette, le graphomètre et la boussole. Nous n'entrerons pas dans des détails qui nous écarteraient du but que nous nous sommes proposé. Une expérience de quelques jours sur le terrain et l'usage des instruments en apprendront plus aux élèves que de longues explications, toujours difficiles à saisir à la lecture.

En résumant, nous dirons que l'on peut mesurer un terrain :

1° Avec la chaîne seule et des jalons (les *jalons* sont nécessaires dans tous les cas) ;

2° Avec l'équerre d'arpenteur et la chaîne ;

3° Avec la planchette et la chaîne (nous comprenons dans cette indication générale la planchette orientée et la planchette vernissée) ;

4° Avec le graphomètre et la chaîne ;

5° Avec la boussole et la chaîne.

CHAPITRE IX.

DESSIN DU PLAN.

98. — Nous supposons qu'au moyen du graphomètre ou de la boussole on ait mesuré les angles, et qu'au moyen de la chaîne on ait relevé exactement sur le terrain et indiqué sur le croquis toutes les longueurs utiles à connaître ; il reste encore à dessiner le plan sur le papier.

On a besoin, pour ce travail, de compas, d'équerres en bois ou en cuivre, de rapporteurs en cuivre ou

en corne , d'une échelle de proportion , et d'une bonne règle.

99. — Compas. Il serait superflu d'en donner la description ; nous dirons seulement qu'un compas, pour être bon, doit avoir ses pointes bien fines, que ces pointes doivent se superposer avec une grande précision quand le compas est fermé, et qu'enfin la charnière doit être convenablement serrée. Dans les compas fins, on serre et on desserre la charnière avec une petite clef à deux pointes. L'instituteur recommandera aux élèves le plus grand soin dans la conservation de cet instrument ; il ne faut pas s'en servir pour jouer ; il faut l'essuyer quand on s'en est servi, afin que l'humidité ne rouille pas les pointes. La pointe de rechange, qui porte un tire-ligne, a besoin d'être nettoyée très-proprement ; c'est au maître à exercer une surveillance active sur la conservation de ces instruments.

100. — Équerre en cuivre. Les équerres en cuivre sont exactes, mais elles offrent un grand inconvénient, celui de salir le papier. Nous préférons de bonnes équerres en bois ; nous en parlerons au chapitre *Du lavis*.

101. — Rapporteurs en cuivre et en corne. Un rapporteur est un demi-cercle dont le limbe ou bord est divisé en 180 degrés. Le centre du cercle est indiqué par un point, et le diamètre par une ligne apparente. Le rapporteur en cuivre a l'inconvénient de salir le papier. Le rapporteur en corne est plus agréable à employer ; mais comme il se déjette souvent par l'effet de l'humidité ou de la sécheresse, il faut avoir soin de ne pas le laisser exposé au soleil ou à l'humidité.

102. — Échelle de proportion. Nous avons donné plus haut l'explication de l'échelle de proportion, et les moyens de la construire. On vend des échelles de proportion tracées sur des règles de cuivre ou sur des règles de buis.

103. — *Règles.* On vérifie une règle en l'ajustant à l'œil, comme font les menuisiers ; mais ce résultat ne fournit qu'une approximation. *Voyez*, dans la 3^e partie, chap. xv, un procédé de vérification plus exact.

104. — Pour faire connaître l'usage des instruments, nous allons indiquer la construction d'un plan d'après un croquis (fig. 56).

Sur la feuille de papier que l'on destine à recevoir le plan, on trace au crayon de mine de plomb, et avec la règle, une ligne indéfinie qui sert à représenter la droite IE. On choisit une échelle selon la grandeur que l'on veut donner au plan. Supposons que les parties de la distance IE, mesurées sur le terrain, sont :

Mesure des parties de la directrice.

	IQ = 4.
	QL = 11.50
	LM = 13.10
	MP = 18.25
	PE = 8.35
	IK = 7.60
	KN = 18.70
	NO = 20.80
	OE = 8.10
Total.	IE = 110.40

Mesure des perpendiculaires.

AQ = 9.10
KH = 8.20
BL = 12.80
GN = 14.60
CM = 6.60
DP = 10.80
FO = 9.70

..

En adoptant l'échelle d'un millimètre par mètre, comme nous l'avons indiqué pour les plans d'une certaine étendue, la ligne IE serait représentée par 110 millim. 40, longueur beaucoup trop petite. Nous pouvons aisément prendre ici un demi-centimètre par mètre, c'est-à-dire une proportion 5 fois plus grande ; il faudra donc multiplier 110.40 par 5, ce qui donnera à la base IE une longueur de 5 décimètres 52, plus grande, par conséquent, qu'un demi-mètre. Cette dimension est un peu considérable ; mais elle est employée ici pour un très-petit terrain, et les mesures sont plus faciles à prendre sur l'échelle.

D'après ce que nous avons dit, chap. v, on fera usage du décimètre, qui servira d'échelle.

Au moyen de la proportion d'un demi-centimètre par mètre, il faudra multiplier toutes les parties de la directrice et des perpendiculaires par 0,005, ce qui donnera :

Pour	$IQ = 0.02$
	$QL = 0.057$
	$LM = 0.065$
	$MP = 0.091$
	$PE = 0.042$
	$IK = 0.038$
	$KN = 0.093$
	$NO = 0.104$
	$OE = 0.040$
	$IE = 0.552$
	$AQ = 0.045$
	$KH = 0.041$
	$BL = 0.064$
	$GN = 0.073$
	$CM = 0.033$
	$DP = 0.054$
	$FO = 0.048$

Sur une ligne indéfinie *ac* (fig. 57), je porte de *a* en

b une ouverture de compas égale à 2 centimètres et correspondante à IQ, qui est de 4 mètres. Au point b je pose une équerre ou le rapporteur en corne, et j'élève une perpendiculaire indéfinie; je prends une ouverture de compas proportionnelle à AQ, qui est de 9^m.10, je trouve 4 centimètres 5 dixièmes, ou 45 millimètres : je porte cette longueur de b en d , et je trace avec la règle et le crayon de mine de plomb la ligne ad . Le triangle abd du plan est semblable au triangle IAQ du croquis.

Pour déterminer le point c , je prends pour IK 3 centimètres 8 millimètres, ou 38 millimètres, que je porte de a en c . Au point c , avec l'équerre ou le rapporteur, j'élève une perpendiculaire indéfinie, et je détermine e en portant de c en e une perpendiculaire de 4 centimètres 1 millimètre, ou de 41 millimètres, proportionnelle à KH, qui est, sur le croquis, de 8 mètres 20. Je pose la règle sur les extrémités a et e , et je trace au crayon la ligne ae ; le triangle aec du plan est semblable au triangle IKH du croquis.

Nous n'avons pas continué la figure 57, nous nous sommes contenté d'indiquer aux élèves deux des triangles; les maîtres auront soin non-seulement de leur faire terminer cette figure, mais de faire réduire, à des échelles qu'ils calculeront d'avance, les plans (fig. 41, 42, 45, 49, 50, 51, 52). La planche 8 pourra être augmentée et diminuée sur différentes échelles. Ces exercices de pratique sont extrêmement utiles, et les élèves en retireront une grande habitude du maniement du compas et de l'échelle de proportion. Ils apprendront ainsi à réduire et à augmenter les plans. Nous allons cependant indiquer encore le dessin du trapèze rectangulaire AQLB (fig. 56), qui doit figurer sur le plan (fig. 57) à la suite du triangle abd .

On prolongera, au moyen de la règle et d'un crayon de mine de plomb, la ligne ac . Comme la ligne QL du

croquis doit être de 5 centimètres et de 7 millimètres, je prends sur l'échelle une longueur de 57 millimètres, que je porte sur le plan, de b en un point que je nommerai f ; au point f sur le plan, et avec une équerre, j'élève une perpendiculaire indéfinie sur laquelle je déterminerai un point g correspondant au point B du croquis, en prenant pour BL 64 millimètres; je joins alors, par un trait de crayon et au moyen de la règle, les deux points d et g , ce qui détermine sur le plan le trapèze rectangulaire $dbfg$.

Il ne s'agit plus que de continuer de proche en proche au-dessus et au-dessous de la directrice; l'on aura bientôt un plan terminé conformément aux données du croquis.

On déterminera par la même méthode les points L, P, M, C, N, G, O, F, P, D, de la figure 56, et on fermera le polygone, qui sera sur le plan du terrain, dont la figure 56 n'est supposée que le croquis.

Nous engageons les maîtres à remettre à leurs élèves des croquis qui ne doivent ressembler en rien aux plans : il suffit que toutes les lignes du croquis aient des valeurs numériques fort exactes. Le maître qui comparera les plans faits par les élèves au modèle qu'il ne leur a pas montré, reconnaîtra bien plus facilement ceux qui travaillent sérieusement.

Si, au contraire, on fait le croquis proportionnel au plan, beaucoup d'élèves ne se donnent pas la peine de mesurer tous leurs côtés sur l'échelle de proportion, et, s'ils ont un peu de coup d'œil, ils parviennent à faire en quelques instants un plan qui semble, au premier aperçu, semblable au croquis.

Si l'on veut évaluer la superficie de ce plan, voici les calculs que l'on sera obligé de faire :

On combine les mesures des perpendiculaires avec les mesures des parties de la directrice indiquées plus haut; ce sont les côtés des triangles et des trapèzes.

Triangle AIQ.	Multiplier la base 4 ^m par la hauteur 9.10, et prendre la moitié du produit.	18.20
Trapèze AQLB.	Ajouter les deux bases parallèles 9.10 et 12.80, multiplier cette somme par la hauteur 11.50, et prendre la moitié du produit.	125.93
Trapèze BLMC.	Ajouter les deux bases parallèles 12.80 et 6.60, multiplier cette somme par la hauteur 13.10, et prendre la moitié du produit.	127.07
Trapèze CMPD.	Ajouter les deux bases parallèles 6.60 et 10.80, multiplier la somme par la hauteur 18.25, et prendre la moitié du produit.	158.78
Triangle DPE.	Multiplier la base 8.35 par la hauteur 10.80, et prendre la moitié du produit.	45.09
Triangle OFE.	Multiplier la base 8.10 par la hauteur 9.70, et prendre la moitié du produit.	39.29
Trapèze OFGN.	Ajouter les deux bases parallèles 9.70 et 14.60, multiplier la somme par 20.80, et prendre la moitié du produit.	252.72
Trapèze NGHK.	Ajouter les deux bases parallèles 14.60 et 8.20, multiplier la somme par 18.70, et prendre la moitié du produit.	213.18
Triangle KHI.	Multiplier la base 7.60 par la hauteur 8.20, et prendre la moitié du produit.	31.16
Total.....		<u>1011.42</u>

La surface de la figure 56 est de 1011 mètres carrés 42 décimètres carrés, ou de 10 ares 11 centiares.

Pour vérifier l'exactitude du plan, supposons que l'on ait mesuré sur le terrain, au graphomètre, l'angle ABC,

valant 120 degrés; on posera le rapporteur sur le plan, et on prendra exactement la mesure des deux angles du plan correspondant aux deux angles ABL et LBC du croquis: la somme doit être de 120 degrés, ou n'en différer que presque insensiblement.

105. — Nous ne faisons pas connaître les formules trigonométriques pour la résolution des triangles, parce que l'on ne peut opérer le calcul qu'avec le secours des tables de logarithmes et des tables de sinus, et que nous croyons l'intelligence et l'usage de ces tables beaucoup trop difficiles pour les personnes qui emploieront ce traité élémentaire.

D'un autre côté, faisons observer à nos lecteurs que malgré l'excellence des résultats obtenus par les procédés trigonométriques, il faut toujours en venir à l'exécution matérielle du plan. Quelles que soient les connaissances mathématiques d'un arpenteur, il est nécessaire qu'il se serve des instruments graphiques pour indiquer sur le plan la direction des côtés qui comprennent les angles: l'ouverture de ces angles, eût-elle été prise en degrés, minutes et secondes, ne saurait être reportée sur le plan qu'au moyen d'un rapporteur en corne ou en cuivre. Or, ces instruments ne sont pas assez exacts pour donner une précision de secondes et même de minutes: on est donc forcé de s'en tenir à des approximations.

Ainsi donc, tout en accordant une haute estime aux procédés théoriques, il faut toujours, pour dessiner un plan, recourir aux procédés graphiques; et c'est alors que l'on s'aperçoit de l'insuffisance des instruments.

Les instruments des meilleurs constructeurs sont très-imparfaits; nous avons vérifié une foule d'instruments d'arpentage et nous avons toujours rencontré des divisions inexactes. C'est par la pratique que les bons géomètres reconnaissent le fort et le faible de leurs instruments. C'est aussi parce que nous avons reconnu la

supériorité des divisions employées dans les limbes par M. Saigey que nous avons recommandé les articles de ce constructeur, qui vend, d'ailleurs, à des prix très-modérés, avantage très-appreciable pour les instituteurs et les géomètres.

Dans la topographie civile et militaire, et dans le cadastre, la triangulation et les calculs trigonométriques sont les moyens que l'on emploie; mais, dans la pratique ordinaire, dans l'arpentage des terres, dans le travail des géomètres particuliers du cadastre, les procédés graphiques suffisent; on s'en sert presque toujours avec un grand succès. La difficulté consiste à opérer exactement, et, pour cela, il faut de l'habitude, de l'adresse et de l'intelligence.

CHAPITRE X.

MOYENS SIMPLES D'ARPEMENTAGE QUE LES INSTITUTEURS PEUVENT EMPLOYER POUR INSTRUIRE LEURS ÉLÈVES.

106. — Les instituteurs n'ont pas toujours à leur disposition des instruments, qui coûtent toujours fort cher quand ils ont quelque précision; il est cependant indispensable que les élèves opèrent sur le terrain, si l'on veut qu'ils aient des notions qui puissent s'appliquer. Nous avons cru rendre service aux instituteurs et aux élèves en leur fournissant les moyens simples pour relever presque toutes les surfaces.

Nous supposons que l'instituteur a parfaitement expliqué à ses élèves le commencement de cet ouvrage, et qu'il ne reste plus qu'à les faire opérer sur le terrain.

Soit le champ accessible ABCDEFG (fig. 58) : pour indiquer l'alignement GD, on substituera aux jalons

des baguettes de coudrier bien droites et un peu fortes, que l'on rendra pointues par une extrémité pour les enfoncer en terre, et que l'on fendra à l'autre extrémité pour y adapter un papier blanc; on enfoncera une de ces baguettes au point G, et une autre au point D.

Si deux jalons ne suffisent pas, l'instituteur, étant en G, par exemple, envoie un de ses élèves dans la direction GD au point H. L'élève appuie sa baguette verticalement sur la terre, et le maître observe si les trois baguettes G, H et D sont bien en ligne droite; si l'élève est trop à droite ou trop à gauche, il lui fait signe de se rapprocher de la direction GD. Quand les trois baguettes sont dans la même direction, l'élève enfonce sa baguette en H; et comme, dans ce mouvement, le jalon a pu se déranger de l'alignement, on vérifie de nouveau. Un second élève va planter, avec la même précaution, une baguette en I. On mesure alors la longueur GD.

107. — Si l'instituteur n'a pas de chaîne métrique, voyons les moyens qui peuvent y suppléer. Il y en a plusieurs :

1° Le premier est de compter le nombre de pas qu'il faut faire pour parcourir la distance GD. On suppose que l'instituteur, avec beaucoup de pratique, a adopté un pas régulier dont il connaît la longueur. Nous avons vu des personnes qui, sur des distances considérables, ne s'éloignaient pas sensiblement de la vraie mesure.

Ce moyen n'est pas cependant très-rigoureux, et nous ne le conseillons que lorsqu'il n'est pas possible d'en employer un autre, et même lorsqu'il ne s'agira que d'une approximation.

108. — Le pas moyen de l'homme est estimé avoir une longueur de 0^m.8. Dans cette hypothèse, 100 pas forment 80 mètres. Les officiers au corps des ingé-

nieurs-géographes ont adopté cette mesure, et ils s'habituent à régler leur marche de manière à obtenir un pas régulier de 8 décimètres.

Un grand nombre de personnes dans les campagnes prétendent avoir une mesure régulière dans leur marche et veulent la substituer à la chaîne ; il faut se méfier de ces assertions et ne s'en rapporter qu'à des instruments bien construits.

109. — 2° Le second moyen consiste à prendre une corde et à la diviser en demi-mètres par des nœuds. Cette division doit être faite soigneusement par l'instituteur ; il doit mesurer lui-même toutes les distances sur le terrain avec un élève intelligent. On comprend facilement qu'une corde étant fort extensible, si le mesurage était confié à des enfants, ils tendraient la corde inégalement ; ils se feraient un jeu de cette opération importante, et commettraient un grand nombre d'erreurs.

Si la corde a été bien divisée, si elle est un peu grosse, si on la vérifie souvent, et si on la rectifie toutes les fois que l'on s'en sert, elle peut remplacer, dans une école, la chaîne métrique ; cependant les influences qu'exercent sur sa longueur l'humidité et la sécheresse ne permettent pas d'employer la corde dans les opérations délicates.

110. — 3° Voici encore un troisième moyen fort simple : on dispose deux perches de bois bien sec, chacune d'un double mètre de longueur, et divisées en décimètres. Un des élèves place une des perches au point G (fig. 58), dans la direction GD ; il place la seconde à terre, bout à bout avec la première, dans la même direction. Pour éviter les erreurs d'alignement, on peut tendre un cordeau par terre, de G en H, et porter les perches à la suite l'une de l'autre, autant de fois qu'il sera nécessaire. On détachera ensuite la corde en G, et on la tendra de H en I, puis de I en D.

Supposons que, par cette manière d'opérer, on ait trouvé les longueurs suivantes :

$GA = 6^m$, $AB = 5^m$, $BC = 11^m. 9$, $CD = 10^m$,

$DE = 12^m. 8$, $EF = 13^m$, $FG = 12^m$, $GB = 12^m. 65$,

$GC = 16^m. 2$, $GD = 18^m. 7$, $GE = 18^m. 9$.

Nous allons voir comment on peut non-seulement mesurer, mais encore lever le plan d'un terrain avec le seul secours de la chaîne ou du pas ou des perches, mais sans le secours d'un autre instrument.

On construira une échelle, ou bien on prendra un décimètre qui servira d'échelle, dans le rapport d'un centimètre par mètre. Sur la feuille de papier qui doit contenir le plan, on tirera une ligne indéfinie, sur laquelle on portera 18 centimètres 7 millimètres pour représenter GD ; ensuite, du point G , comme centre, et avec une ouverture de compas de 16 centimètres 2 millimètres, on décrira un arc de cercle; à l'autre extrémité D , et avec une ouverture de compas de 10 centimètres, ou d'un décimètre, on décrira un arc de cercle qui coupera le précédent en C ; on joindra le point C au point G . On tracera ensuite la ligne CD ; mais comme elle est limite de la propriété, on l'indiquera par une ligne à l'encre de Chine.

Des points G et C , successivement pris comme centres, avec des ouvertures de compas de 12 centimètres 6 millimètres et de 11 cent. 9 millim., on tracera, avec la pointe d'un compas garnie d'un porte crayon, deux arcs de cercle; le point B , où ils se couperont, est un nouveau sommet du polygone cherché. Des points G et B , pris comme centres, et avec deux ouvertures de compas de 6 cent. et de 5 cent., on décrira deux arcs de cercle qui se couperont en A . En continuant de la même manière, on dessinera sur le papier le plan du terrain que l'on a mesuré. Les lignes GA , AB , BC , CD , DE , EF , FG , sont tracées à l'encre, et les lignes ponctuées GB , GC , GD , GE , sont tracées au crayon.

Voici la marche à suivre pour avoir la superficie du polygone. Du point A, avec une équerre et un crayon, on abaissera une perpendiculaire sur GR. Pour connaître la longueur de cette perpendiculaire Aa, on la mesurera au compas sur le plan, et l'on portera cette ouverture sur l'échelle. Si l'on a pris le centimètre pour unité de l'échelle, comme nous l'avons supposé, il suffira de convertir les centimètres en mètres pour avoir la longueur de la perpendiculaire. En multipliant la base 12^m.6 par la hauteur de la perpendiculaire, et en prenant la moitié du produit, on aura la mesure du premier triangle. On fera la même opération sur chacun des autres triangles, on ajoutera tous ces résultats, et l'on aura l'évaluation en mètres carrés et décimètres carrés de la fig. 58.

111. — On peut remarquer que, par ce procédé, on n'obtient pas directement les longueurs des perpendiculaires, mais qu'on les trouve au moyen de l'échelle de proportion. Si les côtés et les diagonales du polygone figure 58 ont été relevés très-exactement, on peut espérer un résultat assez juste. Mais on doit comprendre qu'il est presque indispensable d'avoir pris les longueurs des perpendiculaires sur le terrain même, car elles servent encore à vérifier les longueurs trouvées sur l'échelle de proportion.

112. — Si l'on veut mener des perpendiculaires sur le terrain et les mesurer, il faut recourir au second procédé, qui est la *mesure des terres avec l'équerre d'arpenteur et la chaîne*.

Nous avons suppléé à la chaîne et aux jalons par le pas de l'homme, par la corde divisée en décimètres, et par les perches; il sera de même facile de construire à peu de frais une équerre d'arpenteur.

On prendra une planche carrée en bois bien sec, et surtout bien plane, de 40 centimètres sur chaque côté et de 12 à 14 millimètres d'épaisseur (fig. 59); on divi-

sera les côtés ab , bd , dc et ca , chacun en deux parties égales, et on tirera les droites ef , gh , qui doivent être d'égale longueur et se couper à angles droits au point o . A chaque point e , f , g , h , on enfoncera verticalement une aiguille bien fine, on clouera la planche sur un pied de bois, et on aura une équerre d'arpenteur suffisamment exacte pour le service d'une école. Pour élever une perpendiculaire, on suivra la marche indiquée dans le paragraphe 59. On portera l'équerre d'arpenteur sur la ligne GB (fig. 58); le point o (fig. 59) doit tomber verticalement sur un point de cette ligne; on placera l'instrument de manière que les points G , B , et les deux aiguilles en g et h soient dans la même direction. Il faut d'abord voir si h , g et G sont en ligne droite; ensuite on se reporte en g , et on examine de même si g , h et B sont également en ligne droite. Si, dans cette position, les deux autres aiguilles correspondent au jalon planté en A , la ligne Aa est la perpendiculaire demandée. Si la direction des aiguilles ne correspond pas au jalon A , il faut reculer l'équerre à droite ou à gauche, et vérifier une seconde fois l'alignement des quatre points G , g , h , B . Quand les quatre aiguilles sont dans les directions convenables, on mesure à la perche ou à la corde la ligne Aa .

Dans le polygone $ABCDEFGG$ (fig. 58), si du point G on mène les diagonales à tous les sommets des angles non adjacents, on formera autant de triangles qu'il y a de côtés moins deux. Dans le premier triangle AGB , on mesure la base GB et la perpendiculaire Aa . Dans le triangle GBC , on mesure la base GC et la perpendiculaire Bb .

Il serait inutile de mesurer les lignes qui ne servent point à calculer la superficie des triangles, telles que GA , AB , BC , etc., CD , etc.

113. — Il est souvent indispensable d'envelopper un polygone dans un rectangle, comme nous l'avons vu

plus haut [69], quand le terrain à mesurer est inaccessible, par exemple, si c'est un taillis, un étang, un marais, etc., etc.

Supposons que l'instituteur soit chargé de mesurer un terrain marécageux (fig. 60), accessible à l'extérieur : il procédera comme pour le terrain représenté dans la figure 45. S'il place son équerre d'arpenteur au point I, la direction des aiguilles lui donnera un moyen facile de planter des jalons aux points A et D ; la droite AD sera la directrice du rectangle ; au point A il élèvera une perpendiculaire qui passera par le sommet E. Il suffira, pour fermer le rectangle, d'élever une perpendiculaire en D et une autre en C. Des points P, O, N, M, H, R, on abaisse avec l'équerre d'arpenteur les perpendiculaires PV, OS, NT, MK, HG, RQ.

Nous avons déjà expliqué [59] comment, au moyen de l'équerre d'arpenteur, on peut élever ou abaisser une perpendiculaire ; ce serait nous répéter inutilement que de reproduire ce procédé ; nous exercerons seulement nos lecteurs par le calcul des deux figures 60 et 61.

Pour avoir la contenance du polygone (fig. 60), voici le calcul à faire.

Supposons d'abord que $AL=70^m$, $AE=50^m$, $EB=70^m$, $VB=4^m$, $VS=61^m$, $ST=56^m$, $TF=80^m$, $FG=99^m$, $CK=30^m$, $KG=45^m$, $GD=45^m$, $DQ=60^m$, et $QI=100^m$.

Il nous faut encore la longueur des perpendiculaires.

Soit $PV=58^m$, $OS=11^m.5$, $TN=6^m.4$, $MK=11^m.2$, $HG=13^m.5$, $RQ=6^m.3$.

Détail des opérations.

Triangle AEL.

Multiplier la base 70 par la hauteur 50, et prendre la moitié du produit.

A reporter.....

	^m
1750	
1750	

	<i>Report</i>	1750 ^m
Trapèze BVPE.	Ajouter les deux bases parallèles 70 et 58, multiplier par la hauteur 4, et prendre la moitié du produit.	256
Trapèze VPOS.	Ajouter les deux bases parallèles 58 et 11.5, multiplier par la hauteur 61, et prendre la moitié du produit.	219.80
Trapèze SONT.	Ajouter les deux bases parallèles 11.5 et 6.4, multiplier par la hauteur 56, et prendre la moitié du produit.	501.20
Triangle TNL.	Multiplier la base 6.4 par la hauteur 80, et prendre la moitié du produit.	256
Trapèze FMKC.	Ajouter les deux bases parallèles 99 et 11.2, multiplier par la hauteur 30, et prendre la moitié du produit.	1678
Trapèze MKGH.	Ajouter les deux bases parallèles 11.2 et 13.5, multiplier par la hauteur 45, et prendre la moitié du produit.	555
Trapèze GDQR.	Ajouter les deux bases parallèles 45 et 6.3, multiplier par la hauteur 60, et prendre la moitié du produit.	1539
Triangle RQI.	Multiplier la base 100 par la hauteur 6.3, et prendre la moitié du produit.	315
Total		<u>7070.00</u>

Pour mesurer la surface du grand rectangle, nous multiplierons la base par la hauteur, nous retrancherons 7,070, et le reste sera la contenance de la pièce de terre. $BC=300^m$, $CD=120^m$.

$$\begin{array}{r}
 300^m \times 120 = 36,000 \\
 \text{A retrancher,} \quad \quad \quad \underline{7,070} \\
 \text{Mesure de la pièce de terre,} \quad 28,930
 \end{array}$$

La figure 60 a donc 2 hectares 89 ares 30 centiares.

Il est évident que nous ne donnons ici que la contenance de la figure polygonale; si nous voulions avoir approximativement la surface de l'étang, il faudrait retrancher de 28,930 les parties de terrain qui ne font pas partie de l'étang et que l'on évalue approximativement, comme nous l'avons indiqué par la figure 46, pl. 3, paragraphe 67.

114. — Donnons encore un autre exemple qui exercera au calcul.

Supposons un terrain ACDEFGHBIK (fig. 61) accessible, dans lequel on a tiré la directrice AB; supposons aussi que l'on ait mesuré les perpendiculaires CM, DN, EO, FQ, GB, LK, PI, HR.

Parties de la directrice. Soit $AM=4^m.7$, $MN=10^m.1$, $NO=20^m.3$, $QO=17^m.2$, $QC=21^m.8$, $AL=8^m.1$, $LP=42^m.6$, $PR=22^m.4$.

Perpendiculaires. $CM=19^m.9$, $DN=36^m.5$, $EO=23^m.3$, $FQ=37^m.2$, $GB=27^m.5$, $HR=5^m.1$, $LK=17^m.3$, $PI=19^m.8$.

Détail des opérations.

Triangle CAM.	Multiplier la base 4.7 par la hauteur 19.9, et prendre la moitié.	46.76
Trapèze DCMN.	Ajouter les deux bases parallèles 19.9 et 36.5, multiplier par la hauteur 10.1, et prendre la moitié.	284.82
Trapèze DEON.	Ajouter les deux bases parallèles 36.5 et 23.8, multiplier par la hauteur 20.3, et prendre la moitié.	612.04
Trapèze EFQO.	Ajouter les deux bases parallèles 23.8 et 37.2, multiplier par la hauteur 17.2, et prendre la moitié.	524.60
Trapèze FGBQ.	Ajouter les deux bases parallèles 37.2 et 27.5, multiplier par la hauteur 21.8, et prendre la moitié.	705.23
	<i>A reporter.....</i>	<u>2,173.45</u>

	<i>Report</i>	2,173. ^m 45
Triangle GHB.	Multiplier la base 27.5 par la hauteur 5.1, et prendre la moitié.	70.12
Triangle ALK.	Multiplier la base 8.1 par la hauteur 17.3, et prendre la moitié.	70.06
Trapèze LPIK.	Ajouter les deux bases parallèles 17.3 et 19.8, multiplier par la hauteur 42.6, et prendre la moitié.	790.23
Triangle BPI.	Multiplier la base 23.4 par la hauteur 42.6, et prendre la moitié.	231.66
	Total.....	3,335.52

La surface de la figure 61 est donc de 33 ares 36 centiares.

Un instituteur intelligent comprendra le besoin indispensable d'exercer ses élèves sur le terrain; c'est le véritable moyen de leur apprendre l'arpentage.

On peut proposer les exercices en pleine campagne comme récompense du zèle et de l'attention aux leçons de la classe; les élèves qui ont arpenté une première fois trouvent ce travail très-amusant et inspirent à leurs camarades l'envie d'y prendre part.

Ces notions d'arpentage, suffisantes pour les besoins ordinaires de la vie, seront extrêmement utiles quand elles seront répandues dans les écoles. Les cultivateurs éclairés sur leurs véritables intérêts, pouvant mesurer eux-mêmes leurs propriétés, éviteront ainsi bien des querelles, bien des procès avec leurs voisins; et c'est aux instituteurs actuels qu'est confié cet important résultat.

Si les instituteurs peuvent se procurer une boussole ou un graphomètre, ou une planchette, ils suivront la marche que nous leur avons tracée à partir du paragraphe 76.

CHAPITRE XI.

NIVELLEMENT.

CULTELLATION.

115. — Dans tout ce que nous avons dit jusqu'ici, nous avons supposé que le terrain était horizontal, mais il n'en est pas toujours ainsi, et beaucoup de pièces de terre sont en pente.

Quand on opère avec la planchette pour lever un plan incliné, on ne représente pas la surface inclinée, mais seulement le plan horizontal. Ce plan horizontal offre une surface qui diffère plus ou moins de la véritable, selon l'inclinaison du terrain.

Pour mesurer une distance sur un terrain incliné, on tend la chaîne horizontalement, sans s'inquiéter de l'inclinaison du terrain. Si l'on mesure cette distance dans une descente rapide, le porte-chaîne tend la chaîne horizontalement, et laisse échapper de la main qui tient l'anneau une fiche qui s'enfonce verticalement dans la terre, ou laisse une empreinte qui fait connaître la place où elle doit être plantée.

116. — Soit une longueur AC inclinée à l'horizon (fig. 62). On portera la chaîne horizontalement de A en E, de F en G, de H en I, de K en L; il est évident que $AF = DM$, $FG = MN$, $HI = NO$, $KL = OC$; donc la somme des longueurs partielles obtenues avec la chaîne est égale à l'horizontale DC; donc le plan lui-même ne sera pas le plan incliné à l'horizon, mais la superficie horizontale, que l'on nomme aussi *base productive*. En effet, les arbres, les blés et tous les végétaux poussent dans une direction verticale, et non pas dans une di-

rection perpendiculaire au plan, en sorte qu'une ligne inclinée AB ne contient pas plus de pieds d'arbres que la distance horizontale CB (fig. 63).

Si, au lieu d'arbres, le plan incliné était couvert de moissons ou de plantes basses de tiges, on pourrait croire qu'il en contient plus que la superficie horizontale; mais l'expérience a prouvé que les terrains inclinés rapportent à peine autant que les superficies horizontales correspondantes : car les pluies entraînent la terre végétale et les semences, et comme ces plans inclinés ne peuvent entretenir l'humidité si nécessaire à la végétation, la sécheresse est excessive; la culture d'ailleurs est fort pénible : c'est donc avec raison qu'on les assimile à une superficie moindre.

117. — L'opération qui a pour objet de ramener une surface inclinée à la surface horizontale correspondante s'appelle *cultellation*; car il semble, en effet, qu'on a coupé horizontalement le plan incliné, comme avec un *couteau*.

118. — Il est une autre méthode d'arpenter les plans inclinés : on la nomme *méthode de développement*; elle consiste à mesurer la superficie réelle, en portant la chaîne métrique parallèlement à la surface du terrain.

La méthode de cultellation est beaucoup plus employée que la méthode de développement.

DU NIVELLEMENT.

119. — Le nivellement est une opération qui a pour objet de déterminer la hauteur comparative de plusieurs points d'un terrain.

120. — Le nivellement est en usage dans un grand nombre de travaux. C'est une opération indispensable pour l'établissement des routes, des canaux, des usines à eau, des égouts, des chemins de fer, etc. Il sert en-

core, lorsqu'on veut aplanir un terrain sur lequel doivent s'élever des constructions; lorsque l'on veut profiter des eaux d'une source ou d'une conduite d'eau pour arroser des prairies de la manière la plus avantageuse; lorsque l'on veut donner un écoulement à des eaux ménagères ou aux eaux d'une fabrique, etc. La connaissance des procédés du nivellement importe donc beaucoup aux propriétaires et aux cultivateurs. En Suisse, les habitants en tirent un parti très-ingénieux pour l'irrigation des prés.

121. — Deux points sont à la même hauteur lorsqu'ils se trouvent à la même distance du centre de la terre. On dit alors qu'ils sont de niveau ou sur la même horizontale. La ligne de niveau ou ligne horizontale qui joindrait ces deux points est un arc de cercle dont le centre est le centre de la terre. La surface de niveau ou surface horizontale qui passerait par plusieurs points de même hauteur est la surface d'une sphère ayant le même centre. Les eaux de la mer, lorsqu'elle n'est pas agitée, sont disposées suivant une surface sphérique; ce fait est évident pour un observateur qui de la côte voit s'approcher un vaisseau. Cet observateur commence par apercevoir le haut des mâts à l'horizon; il en voit ensuite une portion plus considérable, puis le haut de la coque du bâtiment, puis enfin le bâtiment tout entier. Mais ces apparences successives exigent une distance de plusieurs kilomètres. A une moindre distance, la courbure de la surface de la mer n'est pas sensible. Elle ne diffère que très-peu d'une surface plane sur une médiocre étendue, à cause de la grandeur du rayon terrestre; de sorte que l'on peut admettre, et l'on admet, en effet, que les lignes de niveau sont des lignes droites, et les surfaces de niveau des surfaces planes. Les procédés de nivellement que nous allons exposer sont tels, d'ailleurs, qu'on peut les appliquer à des points aussi éloignés que l'on voudra; ils donnent bien

en réalité les hauteurs de ces points mesurés à partir du centre de la terre. Les différences de hauteur se mesurent suivant la verticale, c'est-à-dire suivant la direction du fil à plomb, perpendiculaire à la surface des eaux tranquilles.

Une droite qui joint deux points de hauteurs différentes a une certaine inclinaison sur l'horizontale : elle est *en pente*. Cette pente se mesure en comparant la différence de hauteur avec la distance des deux points. Si, par exemple, un point A est plus élevé qu'un point B de 0^m.6, et qu'il en soit distant de 15^m, la ligne AB a une pente de 6 décimètres divisés par 15, ou de 0^m.04, ou de $\frac{1}{25}$ de mètre.

Pour niveler des points très-rapprochés les uns des autres, on se sert du niveau des maçons et des menuisiers, appelé *niveau à perpendicule* (fig. 64). Sur la traverse du bas *ab* est un trait vertical nommé *ligne de foi*. Lorsque le fil à plomb recouvre ce trait, les traverses et les extrémités des deux autres branches du niveau sont horizontales.

On emploie, avec le niveau de maçon, deux règles de 2^m de longueur chacune, dont l'une est divisée en décimètres et en centimètres. On place bien verticalement sur le point le plus bas, au moyen du fil à plomb, la règle divisée, et horizontalement, au moyen du niveau de maçon, la règle non divisée, l'un des bouts reposant sur le point le plus élevé, et l'autre bout dépassant le pied de la règle verticale plus ou moins, suivant la distance des points à comparer. En regardant la division indiquée sur la règle verticale, on a la différence de hauteur cherchée.

Dans cette opération, le niveau sert à placer la règle non divisée horizontalement, de même que le fil à plomb sert à rendre l'autre verticale. Il faut que la première soit dressée avec le plus grand soin.

Lorsque l'on veut disposer horizontalement une sur-

face préalablement dressée, telle qu'une planchette, on peut encore se servir du niveau à perpendiculaire; il faut s'assurer que le fil à plomb recouvre la ligne de foi au moins dans deux positions du niveau. Dans les cas précédents et dans des opérations plus délicates, lorsqu'il s'agit, par exemple, de placer horizontalement une table de billard, on emploie le niveau à bulle d'air (fig. 108).

122. — Si l'on doit comparer les hauteurs de points situés à une plus grande distance que la longueur ordinaire d'une règle, on emploie la *mire* et le *niveau d'eau*.

Le *niveau d'eau* se compose d'un tube de fer-blanc de 0^m.8 de longueur, dont les deux extrémités, qui se relèvent verticalement, sont terminées par deux tubes en verre cylindriques ou *fioles*. A son milieu et en sens contraire est soudé un manchon en fer-blanc au moyen duquel le niveau (fig. 65) s'adapte sur un pied à trois branches (fig. 103 et 104).

On verse dans le niveau de l'eau pure ou légèrement colorée, jusqu'à ce qu'elle monte dans les deux fioles. Cette eau se met de niveau, quelle que soit l'inclinaison du tube de fer-blanc. Le rayon visuel qui rase les deux surfaces de l'eau est donc horizontal.

La *mire* se compose d'une règle de 2^m de hauteur, divisée en décimètres et centimètres, et d'un rectangle de tôle moitié rouge, moitié blanc, que l'on nomme *voyant*. Un bracelet en cuivre, fixé derrière le voyant, lui permet de glisser tout le long de la règle, et on peut l'arrêter dans telle position que ce soit au moyen d'une vis de pression. On se sert fréquemment aussi de la *mire* dite à *coulisse*. Cette mire (fig. 66) se compose d'une règle divisée en décimètres et centimètres, et graduée de bas en haut, comme on le voit sur la figure. Mais dans l'épaisseur de cette règle, il s'en trouve une seconde de dimension moindre, que l'on peut élever en continuation de la première, en la faisant glisser dans

sa coulisse ABCD. Lorsque l'on *déplote la mire*, le voyant IK doit être fixé par sa vis de pression U au sommet de la règle supplémentaire, et l'on fait monter ou descendre, suivant les signes, le voyant et sa règle. La quantité dont le voyant a été élevé en sus des deux mètres de la mire non déployée se lit sur la règle supplémentaire, qui est, à cet effet, graduée en décimètres et en centimètres, de haut en bas.

La ligne horizontale LM, qui sépare sur le rectangle IK du voyant la moitié rouge de la moitié blanche, se nomme *ligne de visée*.

Ces deux instruments, la *mire* et le *niveau*, jouent respectivement les rôles de la règle divisée et de la règle dressée dont on vient d'indiquer l'usage tout à l'heure. Le niveau sert à déterminer l'horizontale, et la mire à mesurer la hauteur de cette horizontale au-dessus des points désignés; seulement ici la ligne de niveau n'est plus limitée à deux mètres; elle s'étend aussi loin que peut aller le rayon visuel, et le voyant permet de reconnaître de loin la division de la règle qui répond à cette ligne de niveau.

Avec les voyants et les mires ordinaires, l'on ne peut cependant viser à plus de 40^m; cette limite provient surtout de ce que les surfaces de l'eau dans les fioles ne sont pas bien planes, mais un peu relevées sur les bords du verre que l'eau mouille.

123. — D'après la comparaison que nous venons de faire de la mire et du niveau, il sera facile de comprendre l'usage de ces instruments. Pour avoir la différence de hauteur entre deux points A et B (fig. 67), distants de moins de 80^m, on placera son niveau en S, à peu près à égale distance entre ces deux points, s'il est possible, et un peu plus haut que chacun d'eux; c'est ce que l'on nomme faire une *station*. On enverra placer la mire en A, et on fera monter ou descendre par signes le voyant, jusqu'à ce que le rayon visuel

horizontal donné par les deux surfaces de l'eau passe exactement par la ligne de visée ; c'est ce qu'on appelle donner un *coup de niveau*. La personne qui tient la mire regardera à quelle division le dessous du bracelet s'est arrêté, et aura ainsi la hauteur de la ligne de niveau au-dessus du point A ; c'est la *cote* du point A.

En opérant de même pour le point B, on aura la hauteur de la même ligne de niveau au-dessus de ce point, c'est-à-dire la cote B. La différence de cette dernière cote avec la première sera la différence de hauteur cherchée. Si, par exemple, on trouve que la hauteur du voyant en A, ou la cote A, est de $0^m.95$ et la cote B de $1^m.83$, B sera de $1^m.83 - 0^m.95$, ou de $0^m.88$ au-dessus de A.

Les cotes les plus fortes répondent aux points les plus bas. Il est très-essentiel de ne pas déranger le niveau tant qu'on n'a pas les deux cotes A et B. Si l'on changeait la hauteur de la ligne de niveau pendant que la mire va d'un point à l'autre, les deux cotes obtenues ne donneraient plus par leur différence la différence de hauteur cherchée.

124. — Lorsque la distance de deux points surpasse 80 mètres, on ne peut plus trouver la différence de niveau d'un seul coup ; on subdivise alors l'opération, en choisissant des points intermédiaires dont on cherche successivement les différences de hauteur deux à deux. L'on compose ensuite par des additions et des soustractions la différence finale.

Si, par exemple (fig. 68), le point A est à 300 mètres du point E, l'on prendra trois points intermédiaires B, C et D, distants entre eux et de A et E de 75^m environ ; on placera successivement le niveau en S, T, U et V, ce qui fera quatre stations ; l'on cherchera la hauteur de A au-dessus de B ; celle de B au-dessus de C ; celle de C au-dessus de D, et enfin celle de D au-dessus de E. En ajoutant les cotes A, B, D, et en retranchant la

cote C, on aura la hauteur définitive de A au-dessus de E.

Si tous les points intermédiaires étaient plus bas que A, il faudrait ajouter toutes les hauteurs.

Supposons, par exemple, que, le niveau étant en S, on trouve :

Pour A et B, les cotes 0.62 et 1.49; puis le niveau étant en T, pour B et C, les cotes 1.22 et 1.65; puis le niveau étant en U, pour C et D, les cotes 1.43 et 0.36; enfin le niveau étant en V, pour D et E, les cotes 1.17 et 1.86;

on en conclura :

que A est au-dessus de B de $1.49 - 0.62$ ou 0.87;
que B est au-dessus de C de $1.65 - 1.22$ ou 0.43;
que C est au-dessous de D de $1.43 - 0.36$ ou 1.07;
que D est au-dessus de E de $1.86 - 1.17$ ou 0.69;

de sorte que :

A est plus haut que C de $0.87 + 0.43$ ou 1.30;
plus haut que D de $1.30 - 1.07$ ou 0.23, et enfin
plus haut que E de $0.23 + 0.69$ ou 0.92, qui est la différence cherchée.

125. — Lorsque l'on a, comme dans l'exemple ci-dessus, une suite de coups de niveau à donner pour arriver d'un point à un autre, on distingue ces coups de niveau en *coups avant* et *coups arrière*. Si l'on marche en nivelant de A vers E, la cote 1^m.65 du point C est celle d'un *coup avant*, parce que, dans la position T du niveau, le niveleur a le point C devant lui lorsqu'il prend cette cote; celle de 1^m.43 du point C est, au contraire, un *coup arrière*, parce que, le niveau étant en V et le niveleur devant aller vers E, il a alors le point C derrière lui et est obligé de se retourner pour le regarder. De même, la cote 0^m.62 de A est un *coup arrière*, et celle de 1^m.86 de E un *coup avant*. On voit que chaque point intermédiaire reçoit un coup avant et un coup arrière, et les points extrêmes l'un des deux seulement.

On doit donner le coup arrière du point C avant de donner le coup avant du point D, pour que la mire ne change point de place inutilement.

Si l'on veut examiner la suite des soustractions et des additions qui, dans l'exemple numérique du n° 124, ont conduit à la différence finale 0^m.92, on trouvera que, pour avoir cette différence, il aurait suffi de *faire la somme de tous les coups arrière et celle de tous les coups avant, puis de retrancher l'une de l'autre*. En effet, 0^m.62 + 1^m.22 + 1^m.43 + 1^m.17 font 4^m.44; 1^m.49 + 1^m.65 + 0^m.36 + 1^m.86 font 5^m.36; or 5^m.36 — 4^m.44 = 0^m.92. Cette règle est générale et fort commode dans la pratique; de plus, quand la somme des coups avant est plus forte que celle des coups arrière, le point extrême qui a reçu le coup avant seulement est plus bas que le point qui n'a reçu que le coup arrière. Ainsi, dans l'exemple précédent, la somme 5^m.36 des coups avant étant plus forte que la somme 4^m.44 des coups arrière, le point E, qui n'a reçu qu'un coup avant, est plus bas que le point A, qui a reçu le coup arrière.

Si, au contraire, la somme des coups avant avait été plus petite, le point E aurait été plus élevé.

126. — Nous venons de dire que l'on ne peut pas trouver d'un seul coup avec le niveau d'eau la différence de hauteur de deux points, lorsque la distance de ces points est plus grande que le double de la portée du rayon visuel, c'est-à-dire que 80 mètres. Il en est de même lorsque, cette distance ne dépassant pas 80 mètres, la différence de hauteur est plus forte que la hauteur de la mire qui doit servir à la mesurer. Ce cas se présente lorsque les points à comparer sont l'un en haut, l'autre en bas d'un coteau rapide. On arrive au résultat cherché par le même artifice que dans le cas précédent, c'est-à-dire en prenant des points intermédiaires; mais on les choisit alors de manière que la différence de hauteur de deux d'entre eux consécutifs ne soit

pas plus grande que la hauteur de la mire. On compose d'ailleurs la hauteur finale au moyen des coups avant et des coups arrière, absolument de la même manière.

Souvent l'on ne se propose pas seulement de trouver la différence de hauteur de deux points désignés, mais on veut encore avoir la configuration du terrain entre ces deux points. Ce n'est plus alors la longueur de la portée ni la hauteur de la mire qui déterminent les points intermédiaires sur lesquels on donne des coups de niveau; on choisit ceux où la pente du terrain change, et particulièrement les points les plus hauts et les plus bas. Ils doivent être assez rapprochés pour que le terrain soit à peu près en ligne droite de l'un à l'autre; c'est ce qu'on appelle *prendre le profil d'un terrain*.

127. — Une des manières les plus en usage pour consigner par écrit, pendant l'opération, les résultats que l'on obtient, consiste à faire un croquis grossier des terrains que l'on nivelle, croquis dans lequel on exagère les pentes et les différences de hauteur pour les rendre sensibles. On inscrit sur ce croquis les coups arrière et les coups avant des divers points, en ayant soin d'y figurer aussi les stations du niveau, pour bien distinguer les cotes qui se rapportent à la même station et celles qui se rapportent à des stations différentes. Lorsque l'on veut ensuite avoir au net la configuration du terrain, on rapporte exactement, d'après l'échelle adoptée *, les hauteurs et les longueurs marquées sur le croquis. Mais on n'a pas l'habitude de figurer sur le profil au net les différentes stations du niveau, non plus que d'y inscrire les coups arrière et les coups avant. On remplace les diverses lignes de niveau figurées sur le croquis pour les différentes

* On emploie souvent deux échelles différentes dans le profil au net, l'une pour les longueurs et l'autre pour les hauteurs. Cette dernière est plus grande que la première, pour rendre plus sensibles les accidents du terrain.

stations, par une seule horizontale supérieure à chacune d'elles, et l'on écrit sur le profil les distances des divers points au-dessous de cette horizontale. Ces nouvelles cotes s'obtenant des premières, sans difficulté, par une simple addition, nous n'entrerons dans aucun détail à ce sujet.

Rien ne détermine la hauteur de l'horizontale que l'on prend pour remplacer les différentes lignes de niveau des stations, et l'on peut prendre pour cette horizontale celle qui passe par le point le plus élevé du terrain nivelé ou tout autre; nous dirons cependant qu'il est bon, quand on doit faire plusieurs nivellements se rapportant à un même objet, d'employer pour tous l'horizontale que l'on a adoptée pour l'un d'eux. Ainsi, dans les nivellements qui se font pour un port de mer, on prendra l'horizontale qui serait de 100 mètres au-dessus du niveau moyen des marées; pour les nivellements relatifs à une rivière, on prendra l'horizontale qui serait à 50^m au-dessus des basses eaux de cette rivière à un endroit fixé; dans les nivellements des rues d'une ville, enfin, on prendra celle qui serait à 50^m au-dessus du parvis de l'église ou d'un autre édifice considérable.

128. — Nous terminerons cet exposé de procédés élémentaires du nivellement en parlant d'un instrument que l'on emploie souvent lorsqu'on en vient à faire subir au terrain les modifications dont les nivellements sont les préliminaires : c'est la *nivelette*.

La *nivelette* se compose d'un rectangle de bois peint en blanc d'un côté, et en noir de l'autre, et fixé sur une règle de 0^m.80 hauteur environ. L'on se sert de 3 nivelettes à la fois. Supposons que l'on veuille dresser le terrain suivant une seule pente entre les deux points A et B (fig. 69), dont la distance est assez considérable et telle que le terrassier chargé de ce travail ne peut reconnaître par le simple coup d'œil combien il doit

enlever de terre dans les points intermédiaires. Ce sont les nivelettes que l'on emploiera pour obtenir des points de repère plus rapprochés. A cet effet, l'on en fera placer deux bien verticalement en A et en B, à la hauteur fixée pour chacun de ces deux points et l'on enverra le troisième au point intermédiaire C, où le terrassier creusera jusqu'à ce que le rayon visuel qui passe par les bords supérieurs des nivelettes A et B affleure la nivelette C. En transposant ainsi la troisième nivelette en d'autres points, l'on obtiendra autant de repères intermédiaires qu'il en faudra au terrassier pour le guider dans son déblai.

129. — Si l'on a bien compris les procédés qui viennent d'être expliqués, il sera facile de résoudre toutes les questions qui en exigent l'application. Nous donnerons les deux suivantes dont la première est d'un usage continuuel dans le tracé des routes, et la deuxième dans la levée des cartes topographiques.

1^{re} QUESTION. *Trouver sur un terrain incliné la courbe qui a une pente donnée.* — Supposons que la pente fixée soit de 0^m.04 pour un mètre. On placera le niveau un peu au-dessus du point de départ, et l'on donnera un coup de niveau sur ce point. Soit 1^m.69 la cote obtenue ainsi, on fixera avec la vis de pression le voyant sur la mire, de manière qu'il donne la cote de 1^m.29, et l'on ira avec la mire à 10 mètres du point de départ chercher sur le terrain le point auquel convient cette cote de 1^m.29. Pour cela, on passera le pied de la mire dans une des poignées de la chaîne de dix mètres, l'autre poignée étant fixée par un piquet au point de départ; puis, ayant soin de conserver la chaîne bien tendue, l'on promènera la mire sur le terrain jusqu'à ce que la ligne du niveau corresponde à la ligne de visée du voyant.

Le pied de la mire sera un point de la courbe cherchée; il est, en effet, de 1^m.69 — 1^m.29 ou 0^m.40 plus élevé que le point de départ, et il en est éloigné de

10 mètres. La pente entre ces deux points est bien de $0^m.04$ par mètre. En opérant sur le point ainsi obtenu comme sur le point de départ, on aura un deuxième point de la courbe; on obtiendra de même tous les autres. On en lèvera ensuite le plan.

2^e QUESTION. *Trouver sur un terrain en pente la courbe de niveau avec un point donné.* — On placera le niveau un peu au-dessus du point de départ, et l'on donnera un coup de niveau sur ce point. Fixant alors avec la vis de pression le voyant sur la mire, à la hauteur à laquelle il s'est arrêté, on ira avec la mire, à quelque distance de là, chercher sur le terrain le point auquel convient cette position du voyant. A cet effet, on la promènera sur le terrain jusqu'à ce que la ligne du niveau corresponde à la ligne de visée, mais sans s'astreindre à rester à une distance fixe du point de départ. On plantera un piquet au point obtenu, et l'on recommencera plus loin. La hauteur du voyant, dans ce cas, ne changera pas, tant que la station restera la même.

On lèvera ensuite le plan de tous les points obtenus.

Il sera très-utile aux élèves d'essayer sur le terrain de résoudre les questions que nous venons d'indiquer : on y trouve, en effet, à appliquer les procédés du nivellement et ceux de la levée des plans.

Voici des exemples de calculs de cotes : une route traversant la campagne présente le profil de la figure 70, savoir : de A en B sur une longueur de 85^m une pente de $0^m.07$ par mètre, et de B en C sur $42^m.50$ de longueur une pente de $0^m.01$ par mètre. Sur le bord de la route se trouvent trois maisons, l'une en D à 37 mètres du point A; l'autre en B à 85 mètres de A; la troisième en E à 116 mètres de A ou 31 mètres de B. Ces trois maisons sont au niveau de la route. On doit remplacer les deux pentes AB, BC par une pente unique AC; on demande combien elle aura de centimètres par mètre, et de combien chaque maison sera déchaussée.

Prenons pour le point A une cote quelconque, 10 mètres, par exemple. AB ayant $0^m.07$ par mètre de pente, B sera plus élevé que A de 85×7 centimètres, ou de $5^m.95$; sa cote sera donc de $4^m.05$. BC ayant $0^m.01$ de pente par mètre, C sera plus haut que B de $42^m.50 \times 1$ centimètre ou de $0^m.425$; sa cote sera de $3^m.625$. Si l'on ne fait qu'une pente de A en C, l'inclinaison sera de $10^m - 3^m.625$, ou bien $6^m.375$ divisés par la distance totale de A en C, c'est-à-dire par 85 mètres plus $42^m.50$, ou $127^m.50$, c'est-à-dire de $0^m.50$ par mètre.

Cherchons la cote actuelle de la maison D. Cette maison est au-dessus de A de 37×7 centimètres ou de $2^m.59$; sa cote est donc de $7^m.41$. La cote de la maison B est de $4^m.05$. On trouvera que la cote de la maison E est de $3^m.74$.

Dans le nouvel état des pentes, la cote de la route devant la maison D, à 37 mètres du point A, sera de $10^m - (37 \times 0^m.05)$, c'est-à-dire $8^m.15$. Devant la maison B elle sera de $5^m.75$; devant la maison E elle sera de $4^m.20$.

La maison D sera déchaussée de				$0^m.74$
id.	B	id.	de	$1^m.70$
id.	E	id.	de	$0^m.46$

Le nivellement est très-important pour l'écoulement des eaux et pour la direction des eaux pluviales et des eaux de sources dans le sens le plus convenable à nos intérêts bien compris. Les eaux coulent facilement sur une pente de 1 centimètre par mètre.

Question. — On a une flaque d'eau dont on veut se débarrasser par le moyen d'une rigole; la distance de la flaque à la sortie de la propriété est de 389 mètres : quelle est la différence du niveau de la flaque d'eau à la sortie de la propriété?

Réponse. — A 1 centimètre par mètre, pour 389 mè-

tres, il faudra 389 centimètres ou 3 mètres 89 centimètres.

Question. — Des eaux stagnantes pourront-elles s'écouler si, pour une distance de 284 mètres, on a une différence de niveau de 1^m.50?

Réponse. — Non; car il faudrait 2^m.84 de différence de niveau en prenant 1 centimètre par mètre de pente.

CHAPITRE XII.

DU PARTAGE DES PROPRIÉTÉS.

130. — Le partage des propriétés est une des applications les plus fréquentes de l'arpentage. Nous entrerons dans quelques détails sur ce sujet, qui intéresse vivement les propriétaires et les habitants de la campagne.

Un partage peut être nécessité par une vente, par un héritage. C'est une opération délicate, qui exige de l'habileté. L'arpenteur honoré de ce choix devient un juge, et doit en avoir l'intégrité.

Les exemples que nous allons offrir suffiront pour faire connaître la marche que l'on doit suivre habituellement.

Premier exemple.

131. — Soit d'abord le triangle ABC (fig. 71) à partager en deux parties égales en surface. Nous savons que tout terrain polygonal peut se diviser en triangles. Il est donc indispensable de savoir partager les triangles en parties égales.

Je cherche le milieu O de la base AB, et je le joins au point C. Les deux triangles AOC, COB, ont même

mesure; car ils ont deux bases égales $AO=OB$, et même hauteur CD ; ils ont donc une surface équivalente. (Le mot *équivalent* signifie valant autant.)

Supposez la base AB de $12^m.426$ et la hauteur CD de $17^m.354$, chacun des triangles AOC , COB aura une superficie de 107 mètres carrés 82 décimètres carrés 4 centimètres carrés 2 millimètres carrés.

Dans l'exemple ci-dessus, nous supposons que ACB est le plan d'une pièce de terre.

Sans faire le plan, on pourrait mesurer la surface du terrain ABC ; si la base AB est de $64^m.12$ et CD de $60^m.08$, la surface est de 19 ares 26 centiares, dont la moitié, pour chacun des copartageants, est de 9 ares 63 centiares. Si nous divisons la superficie $963^m.08$ par la moitié de la perpendiculaire DC , c'est-à-dire par $30^m.04$, le quotient $32^m.05$ sera la base de la part de chacun. Nous voyons que ce résultat est exact à moins de 1 centimètre près, puisque nous avons $32^m.05$, et que la moitié de la base $64^m.12$ est de $32^m.06$.

De cet exemple on peut conclure qu'il y a deux manières différentes d'effectuer le partage des terres :

L'une consiste à lever le plan du terrain, à faire la division sur ce plan par des moyens graphiques, et à reporter ces mesures sur le terrain;

L'autre consiste à évaluer la surface, à effectuer en nombre le partage, et à obtenir les dimensions inconnues au moyen de celles qui sont connues.

C'est au concours de ces deux procédés que l'on devra des résultats exacts, comme nous allons le voir dans les exemples suivants.

Nous ne parlerons pas de la division des pièces de terre de la forme d'un rectangle; cette division ne présente aucune difficulté.

Pour partager un rectangle en trois parties égales, il suffit de diviser la base en trois parties égales, et d'élever des perpendiculaires à chaque point de division.

Ce que nous disons du rectangle s'applique au carré.

Pour diviser le triangle (fig. 71) en 3, en 4, en 5, etc., parties équivalentes, il suffira de diviser la base AB en 3, en 4, en 5, etc., parties égales, et de joindre ces points de division avec le sommet C du triangle.

Deuxième exemple.

132. — Soit à partager un trapèze en deux parties équivalentes en surface (fig. 72).

On partagera le côté CD en deux parties égales au point F, et le côté AB en deux parties égales au point E. La ligne FE divise le trapèze total en deux trapèzes partiels, égaux en surface ; en effet : AE est égal à EB, CF est égal à FD, et la hauteur est commune.

Troisième exemple.

133. — Partager entre deux héritiers, et par portions égales, un champ DCBE (fig. 73), de la forme d'un quadrilatère irrégulier.

Par le point C menez CF parallèlement à la base BE ; divisez la base BE en deux parties égales au point A, et CF en deux parties égales au point G. Tirez GA. Les deux trapèzes ACFG, GCBA, ont une même mesure, qui est la demi-somme de leurs bases égales multipliée par la hauteur. Cette hauteur est la même, puisque c'est la distance des deux parallèles. Tirez DG. Les triangles FDG et GDC ont même mesure ; en effet, $FG = GC$, et la hauteur est la même [47]. Les deux polygones DGAE et DCBAG ont donc la même mesure.

Si la pièce de terre (fig. 73) devait être partagée en deux portions dont l'une fût double de l'autre, on diviserait les lignes EB et FC du plan en trois parties égales, au moyen d'un compas et par le tâtonnement ; on joindrait ensuite les trois points de division de la ligne FC avec le point D. De cette manière, la figure se trouverait divisée en trois parties équivalentes : un

des héritiers prendrait deux de ces parties, l'autre n'en aurait qu'une seule.

Pour vérifier l'exactitude de l'opération graphique, on calculerait la surface du quadrilatère irrégulier en mètres carrés, et l'on diviserait le nombre total des mètres carrés en deux parties, dont l'une serait le double de l'autre. Si les partages trouvés par le moyen graphique sont exacts en chiffres, la vérification est terminée, et le partage a été bien opéré.

134. — Pour diviser une ligne en trois parties égales, le tâtonnement est le moyen le plus rapide; mais s'il fallait avoir 5, 7, 9 divisions égales, on éprouverait beaucoup de difficultés. Voici une construction géométrique très-simple.

Supposons la ligne BC (fig. 74) à diviser en 9 parties égales. Tirez une ligne indéfinie BD, faisant avec BC un angle quelconque, portez 9 fois une ouverture de compas à volonté sur BD, et joignez D, point indiqué par la dernière ouverture de compas, avec C, extrémité de la droite donnée. Par le point E, un des points de division de la ligne BD, menez EG parallèle à DC : BG doit être la neuvième partie de la droite BC. Portez une ouverture de compas égale à BG 9 fois de B en C. Elle doit y être contenue exactement; si BG n'était pas contenu 9 fois exactement sur BC, ce serait une preuve que l'on aurait mal opéré en menant la parallèle EG. Par le point F on mènera une seconde parallèle FH, qui donnera sur BC la division GH; avec une ouverture égale à GH, on s'assurera si BC contient 9 fois GH. Si le résultat n'était pas satisfaisant, on augmenterait ou on diminuerait l'ouverture de compas GH, et un simple tâtonnement donnerait la mesure cherchée.

Quatrième exemple.

135. — Partager le terrain ABCDE (fig. 75) entre trois héritiers qui arrivent à la succession pour portions égales.

Je tire la diagonale AC, et par le point E je mène EF parallèle à AC; je divise AC et EF en trois parties égales aux points G, H, I, K, et je tire les droites GI et HK : les trois trapèzes AGIE, GHKI et HCFK ayant même base et même hauteur, puisqu'ils sont compris entre deux parallèles, seront équivalents. Les triangles BAG, BGH, BHC, ayant même base et même hauteur, auront une surface équivalente; en effet, $AG = GH = HC$, et la hauteur est évidemment la même.

Les trois autres triangles EDI, IDK, KDF, ayant $EI = IK = KF$, et une hauteur qui est la même, seront aussi égaux en surface; donc les trois portions ABGIED, BGIDKD et BHKDFC satisferont à la question et auront la même contenance.

Cinquième exemple.

136. — La manière d'opérer indiquée ci-dessus donne aux portions une forme irrégulière. On peut employer un autre mode de partage moins géométrique, mais plus facile à appliquer.

Soit ABCDE (fig. 76) le polygone à partager en quatre parties égales en surface : par le point C je mène CF parallèle à AB; je divise AB et CF en quatre parties égales. Les trapèzes 1, 2, 3, 4 sont équivalents, c'est-à-dire ont même mesure, car ils ont une hauteur égale et les bases égales chacune à chacune.

En prolongeant les côtés des trapèzes en G, H, I, on partagera le quadrilatère CDEF en quatre parties inégales, mais que l'on peut égaliser. Pour cela, on mesurera le quadrilatère CDEF. Supposons qu'il contienne 95 mètres, le quart de 95 mètres est de $23^m.75$. Si le triangle CIL, qui est supplément du trapèze I, n'a que 15 mètres, il suffira de reculer le point I suffisamment vers D pour que le triangle ait une surface de $23^m.75$, ce que l'on obtiendra en divisant $23^m.75$ par la moitié de la hauteur, qui est la perpendiculaire abaissée de L

sur DC. Le quotient donnera la longueur de la base. On suivra une marche semblable pour diminuer ou augmenter les trapèzes supplémentaires, qui doivent avoir chacun $23^m.75$ de superficie.

Sixième exemple.

137. — Les difficultés des partages peuvent dépendre d'une foule de circonstances. Pour n'en citer qu'un exemple, soit un puits situé au milieu d'un terrain à partager : si les partageants veulent conserver la jouissance du puits, il faudra que leurs portions y viennent toutes aboutir.

Soit la pièce de terre ABCDE (fig. 77), au milieu de laquelle serait un puits O. On veut partager ce terrain en quatre portions équivalentes, mais chacun des lots doit conserver un abord au puits.

Nous supposerons la superficie totale égale à 320 mètres carrés ; chaque portion sera de 80 mètres carrés. En menant du point O des lignes aux sommets de angles du polygone, le polygone se trouvera divisé en cinq triangles. Supposons que l'un d'eux, AOE, contienne 98 mètres carrés : puisque chaque portion est de 80 mètres carrés, le triangle AOE a 18 mètres carrés de trop ; il faut donc les retrancher. Pour cela, on abaisse la perpendiculaire Oa , que l'on mesure, et qui a $9^m.40$. Si l'on divise 18 par la moitié de 9.40, ou 4.70, le quotient 3.83 indique qu'il faut retrancher de la base AE $3^m.83$ ou EF ; la part du premier sera donc AOF. Le second aura le triangle FOE, que nous connaissons déjà égal à 18 mètres carrés, plus le triangle EOD, que nous supposerons égal à 45 mètres carrés, ce qui donne 63 mètres carrés. Il lui manque donc encore 17 mètres carrés. Du point O j'abaisse sur CD la perpendiculaire Ob , qui, mesurée, a $14^m.20$, je divise 17 par la moitié de 14.20 : le quotient $2^m.39$ est la longueur DG qu'il faut prendre

sur DC. La portion du second sera le pentagone FEDGO. On suivra absolument la même marche pour les parts des deux derniers, qui seront toutes deux de 80 mètres carrés, et qui viendront aboutir au puits.

Les partages sont fort difficiles à exécuter, parce qu'il ne suffit pas que les parts contiennent une égale quantité de terrain, il faut encore que la bonne et la mauvaise terre soient également réparties, ou que des compensations soient établies sur la quantité pour suppléer à la qualité.

158. — Nous allons donner encore un exemple particulier sur la substitution de la ligne droite à la ligne courbe et ondulée qui sert de limite à une propriété. Ce cas arrive fréquemment, surtout dans les pays vignobles, et l'on nous saura quelque gré d'indiquer ici un procédé remarquable par sa simplicité et son élégance.

Deux propriétés sont séparées par la ligne sinueuse ABCDEFG (fig. 78 *bis*) et limitées par les droites XY et ZU. On propose de remplacer la ligne sinueuse par une droite, sans altérer en rien les superficies des propriétés.

Joignons les deux extrémités de la ligne sinueuse par une droite AG ; et il est clair que si nous la prenions pour ligne de séparation des deux propriétés XABCDEFGZ et YABCDEFGU, la première aurait été augmentée des espaces ABCA et EFGE, et diminuée de CDEC. On mesurera donc ces trois espaces, et s'il arrivait, par hasard, que la somme des deux premiers fût égale au troisième, on en conclurait que la droite AG résout le problème, c'est-à-dire qu'elle peut être prise pour la ligne de séparation des deux propriétés. Supposons qu'il n'en soit pas ainsi, et qu'on ait trouvé

$$ABCA = 2^{\text{a}}.25, \quad EFGE = 0^{\text{a}}.85, \quad CDEC = 1^{\text{a}}.28, \quad AG = 70^{\text{m}}.3 ;$$

on verra qu'en prenant la droite AG pour ligne de séparation, la première propriété aurait été augmentée de 3^a.10, et diminuée de 1^a.28, c'est-à-dire augmentée

de 1^a.82, différence de ces deux quantités. Pour la diminuer d'autant, je réduis 1^a.82 en mètres carrés, ce qui donne 182 mètres carrés; je divise le double 364 de ce nombre par 70.3, longueur de AG. Le quotient est de 5.2. En conséquence, j'élève sur AG, et en un point quelconque, en A par exemple, une perpendiculaire AI de 5^m.2, et par son extrémité je trace une parallèle à AG, laquelle coupera XY et ZU en deux points M et N. Joignant l'un d'eux, M par exemple, à l'extrémité opposée G de AG, on aura résolu le problème. On voit, en effet, que l'aire du triangle MAG est égale à la moitié du produit de 70^m.3 par 5^m.2, lequel est de 364 mètres carrés; donc ce triangle vaut 182 mètres carrés. Ainsi la propriété XMGZ aura précisément la même superficie que XABCDEFGZ.

CHAPITRE XIII.

DES BORNES.

139. — Des contestations entre voisins s'élèvent souvent au sujet des limites de leurs propriétés.

Le seul moyen d'empêcher ces envahissements réciproques, et d'éviter les procès qui en sont malheureusement la conséquence ordinaire, c'est de marquer par des bornes les limites où finit une propriété et où commencent les propriétés adjacentes.

Souvent ce sont des arbres ou des haies qui servent de limites : pour en assurer la conservation, on rend ces haies et ces arbres mitoyens, c'est-à-dire qu'ils appartiennent en commun aux deux voisins, et que l'un ne peut les arracher ou les déplacer sans le consentement de l'autre.

Les limites naturelles des propriétés sont les chemins publics, les rivières, les étangs, etc.; c'est le bornage le plus certain et qui donne le moins d'occasions de contester.

Quand on n'a pas de bornes naturelles, on se sert de bornes mobiles. Leur forme varie selon les localités. Ordinairement on emploie des pierres d'une certaine grosseur que l'on enfonce en terre; quelquefois une partie de la borne est saillante; le plus souvent les bornes sont enfoncées en terre, pour ne pas gêner la culture.

En général, les bornes sont placées, extérieurement ou intérieurement, aux angles des terrains, qu'elles déterminent ainsi.

Pour distinguer les bornes des autres pierres, on enterre alentour quelques pierres moins grosses que l'on nomme *témoins*. Dans certains pays, on casse une tuile en plusieurs morceaux, que l'on place au milieu des témoins. En cas de contestation, on rapproche les morceaux de la tuile, et si la tuile est complète, on est sûr que la grosse pierre est une véritable borne.

Quand il y a des bornes, la tâche de l'arpenteur est facile : il ne s'agit que de reconnaître celles qui sont indiquées par les plans ou par les actes. On fait fouiller dans les places où l'on suppose que se trouvent les bornes, et si les pierres trouvées sont reconnues de véritables bornes, il ne s'agit plus que de tracer la limite.

140.— De même que personne n'est obligé de rester dans l'indivision, de même aussi personne n'est obligé de laisser indécise la ligne qui doit séparer son héritage de l'héritage voisin. Aussi l'art. 646 du Code Napoléon porte-t-il : « Tout propriétaire peut obliger son voisin au bornage de leurs propriétés contiguës. » Le bornage se fait à frais communs; quant à l'exécution, on se conforme aux usages du pays.

L'objet du bornage est de fixer la limite des propriétés voisines. La conséquence habituelle de l'action du bornage est de faire rentrer chacun des propriétaires voisins dans la possession du terrain qui avait été usurpé.

141. — *D.* Peut-on opposer la prescription à l'action du bornage? *R.* Il faut faire ici une distinction. L'action du bornage étant un exercice du droit de propriété, on ne peut jamais s'y opposer sous le prétexte que depuis trente ans on n'a jamais été inquiété dans sa possession.

Cependant si, par suite de l'action du bornage, on trouve que l'un des propriétaires a usurpé sur l'autre quelques portions de terrain dont il était resté paisible possesseur pendant trente ans, sans avoir été inquiété pour cette possession, le possesseur n'est pas obligé de rendre ce qu'il a de trop, et les bornes sont placées d'après la possession actuelle.

142. — Quiconque a des droits sur une propriété peut en demander le bornage; ainsi l'action du bornage peut être intentée non-seulement par le propriétaire, mais encore par un propriétaire indivis, lors même que ses copropriétaires ne se joindraient pas à lui.

143. — L'usufruitier a le droit de demander le bornage; l'emphytéote a le même droit que l'usufruitier.

144. — Pour demander le bornage, il n'est pas nécessaire de prouver son droit de propriété, il suffit de la possession.

Dans le cas, cependant, où le titre de propriétaire serait contesté, le défendeur, qui a intérêt à ce que le bornage soit fait avec le véritable propriétaire, est fondé à mettre en cause celui qu'il croit être le légitime propriétaire.

145. — C'est par suite du même principe que, si l'usufruitier ou l'emphytéote réclame le bornage, le défendeur doit prendre la précaution d'y appeler le nu-

propriétaire, qui pourrait exiger plus tard que l'on recommençât une semblable opération. Si c'est le nu-propriétaire qui réclame le bornage, le défendeur fera bien de même d'y appeler l'usufruitier ou l'emphytéote, qui pourrait exiger un second bornage.

146. — Une question assez importante est de savoir si un tuteur peut, sans l'autorisation du conseil de famille, provoquer le bornage des propriétés de son pupille. Il y a lieu de se prononcer pour l'affirmative. Le tuteur, en demandant le bornage, ne fait qu'un simple acte d'administration : car, pour gérer l'administration d'immeubles, il faut en connaître les limites, il faut pouvoir éviter les usurpations.

Si, par suite du bornage, il est reconnu que le voisin a usurpé des portions de terre appartenant au mineur, c'est alors que l'autorisation du conseil de famille devient nécessaire pour revendiquer ce qui a été usurpé.

147. — Le fermier qui possède en vertu d'un titre précaire, n'est pas fondé à intenter l'action du bornage ; s'il est troublé dans sa jouissance par des envahissements de voisins, il doit dénoncer l'envahissement à son propriétaire et demander qu'il fasse borner.

148. — Le bornage est un contrat, et, comme tel, il peut se faire à l'amiable entre les parties contractantes. Il n'est pas nécessaire que ce bornage soit confié à des arpenteurs ou à des experts : il peut être terminé par les parties, et l'acte peut être sur papier libre et dans la forme qu'elles veulent lui donner. La loi ne prescrit rien à cet égard.

149. — Si les parties ne s'en rapportent pas à elles-mêmes, elles conviennent de choisir chacune un expert, et de s'entendre sur la nomination d'un troisième.

En vertu de l'acte qui nomme les experts, et qui doit être signé par les parties, les experts procèdent à l'exa-

men des titres, à l'arpentage des terres, à la vérification des bornes, et à la position des nouvelles bornes, s'il y a lieu.

Les experts dressent le *procès-verbal d'abornement*; et, si leur rapport convient aux parties, elles passent un acte par lequel elles reconnaissent comme juste le bornage indiqué par les experts.

150. — Si les parties ne peuvent s'entendre sur la nomination des experts, elles s'adressent à la justice. Un jugement intervient qui nomme d'office trois experts; les experts font un rapport qui est déposé au greffe; et, si le tribunal adopte le travail des experts, les parties sont obligées de se soumettre à ce bornage fait en justice.

Il est assez rare que le bornage maintienne les deux voisins dans l'état où ils se trouvaient auparavant; ordinairement, l'arpentage fait connaître que l'un des propriétaires possède une quantité de terre plus grande que celle qui est énoncée dans son titre.

151. — Si la quantité de terrain qui excède d'un côté est égale à celle qui manque de l'autre, il n'y a pas de difficulté : on rend à celui qui a le moins ce que l'autre a de trop.

152. — Si l'un des propriétaires a plus de terrain qu'il n'en manque à l'autre, on ne prend que ce qui est nécessaire pour remplir le demandeur; l'excédant reste à celui qui possède. Ainsi, par exemple, le *procès-verbal d'abornement* constate qu'un propriétaire a 28 ares de plus que son titre ne l'indique, et, d'après son titre, le voisin ne réclame que 16 ares; les experts lui rendront 16 ares, et laisseront au possesseur 12 ares de plus que son titre ne porte.

Ce que nous avons dit au sujet de la prescription s'applique ici : ainsi donc, si, par suite d'un bornage, il est reconnu que l'excédant d'un des propriétaires faisait réellement partie de l'héritage de l'autre, il n'y

a pas lieu à rectification, si le second prouve qu'il possède depuis 30 ans sans interruption ni trouble ; alors on pose les bornes d'après la possession actuelle.

153. — Le bornage se fait à frais communs. Si le bornage se fait à l'amiable, les frais se supportent évidemment par portion égale ; mais, si l'un des propriétaires résiste et qu'il faille le poursuivre en justice, il n'y a que les frais de l'opération du bornage qui se payent en commun ; les frais et dépens sont payés par celui qui succombe, à moins que le tribunal n'ait compensé les dépens.

Le déplacement des bornes est un délit de police correctionnelle : il est puni d'une amende ou d'une détention de plusieurs mois, indépendamment des dommages-intérêts dus à la partie lésée.

S'il est prouvé que l'intention du délinquant, en déplaçant la borne, a été d'usurper une partie de l'héritage voisin, il peut être condamné à une détention de deux ans.

Comme l'envahissement des propriétés est une des sources les plus fécondes des procès, nous sommes entré dans quelques détails, espérant que l'on comprendra la nécessité de recourir au bornage pour conserver les relations de bon voisinage.

CHAPITRE XIV.

COPIE DES PLANS.

154. — Il y a deux moyens à employer pour avoir le double d'un plan : on peut ou le *piquer*, ou le *calquer*.

Pour piquer un plan, on le pose sur la feuille de

papier qui doit le recevoir, et on l'y attache avec des épingles fines, afin qu'il ne se dérange pas. Ensuite, avec une aiguille ou avec un *piqueur*, c'est-à-dire avec une pointe fine emmanchée, on pique les extrémités de toutes les lignes, en ayant soin d'indiquer les points remarquables du plan dans son contour et dans son intérieur, tels que les chemins, les maisons, etc.

Quand le plan est convenablement piqué, on ôte les épingles ; on met la copie au crayon ou à l'encre de Chine, en suivant les piqûres marquées sur la feuille blanche. Dans cette opération, il faut avoir le plan original sous les yeux : sans le plan, il serait impossible de reconnaître comment les points se lient entre eux.

Il y a un juste milieu à saisir dans cette opération. Il ne faut pas trop multiplier les piqûres ; cependant il faut aussi ne rien omettre d'important.

Quand un plan est très-simple, on peut le calquer sur un carreau de verre. Un grand carreau de fenêtre, exposé au grand jour, suffit pour cette opération : on met le plan sur le carreau, on place dessus une feuille de papier blanc, et l'on suit avec un crayon tous les traits du plan ; mais la fatigue que l'on éprouve fait sentir la nécessité de moyens plus commodes, lorsque le plan offre des détails multipliés.

En se servant d'un châssis garni d'un verre, et que l'on incline suffisamment pour recevoir le jour, on peut mettre tout de suite les traits à l'encre de Chine.

On a trouvé plusieurs autres moyens pour calquer un plan horizontalement sur une table, sans le mettre verticalement au carreau, ou obliquement sur le châssis.

155. — Quelquefois on a besoin de réduire un plan ; quelquefois, au contraire, de lui donner de plus grandes dimensions. Les officiers du génie et les ingénieurs-géographes se servent du *pantographe*, instrument très-

ingénieux qui fournit avec exactitude et en très-peu de temps la copie d'un plan à toutes les échelles désirables. Malgré les simplifications que l'on a faites au pantographe, et les réductions qui ont eu lieu dans son prix de fabrication, comme cet instrument coûte encore cher, nous allons donner des moyens géométriques très-simples de réduire ou d'augmenter les dimensions d'un plan.

156. — Soit proposé de doubler un plan (fig. 78).

J'enveloppe le plan proposé d'un carré ABCD, et je construis le carré double dans lequel je copierai un plan semblable au plan donné. La diagonale AC est le côté du carré double. Sur AC je construis un carré pour y dessiner le plan proposé. Afin de rendre cette opération plus facile, je divise le côté AB en quatre parties égales, ainsi que le côté BC; par les points de division, je tire des horizontales et des verticales qui divisent le carré total en 16 petits carrés. (Voy. fig. 78).

Je divise également le carré construit sur la diagonale AC en 16 carrés, et il ne me reste plus qu'à copier dans chaque carré ce qui est contenu dans le carré correspondant du plan proposé.

Si le plan était d'une dimension un peu considérable, il ne suffirait pas de diviser en 4 parties égales les côtés AB et BC du plan que l'on se propose de copier; on les diviserait en 8 ou en 16 parties, ce qui donnerait 64 ou 256 petits carrés.

Cette copie de plan s'appelle *copie par treillis*.

157. — Si le plan que l'on veut copier est précieux, et si l'on ne veut pas y tracer de lignes, on y appliquera une feuille de papier transparent; on formera le carré sur ce papier transparent, connu sous le nom de *papier végétal* *, et on y tracera les carreaux. On

* Il faut proscrire les papiers vernis ou huilés, qui répandent une mauvaise odeur, jaunissent et tachent quelquefois le plan.

peut remplacer le papier transparent par des fils de soie bien tendus, fixés sur les côtés d'un châssis et formant treillis.

158. — Réduire un plan à moitié (fig. 78).

Quand le plan sera enveloppé d'un carré, on tirera les diagonales AC et BD, qui se couperont au point O. AO, BO, CO, DO, sont quatre lignes égales; chacune d'elles est le côté du carré deux fois plus petit. Sur la ligne AO, par exemple, on construit un carré, et on le divise en autant de petits carrés que la figure 78 en contient; il ne restera plus qu'à copier, carreau par carreau, tout ce qui se trouve dans le plan.

159. Soit proposé de tripler le plan donné (fig. 78).

Avec le côté AB comme rayon, je décris une circonférence (fig. 79), je porte six fois le rayon sur cette circonférence, et je joins les points d'intersection deux à deux, ce qui me donne un triangle équilatéral. Un côté du triangle équilatéral ABC est le côté du carré triple.

Comme il serait impossible de prendre le côté du carré qui enveloppe un plan pour rayon d'un cercle, on prend la moitié, le quart ou le huitième de ce côté pour rayon du cercle que l'on construit; on opère comme dans la figure 79, et le côté du triangle équilatéral est la moitié, le quart ou le huitième du côté du carré cherché.

160. — Soit demandé de réduire au tiers le plan (fig. 78).

Prenez BC (fig. 80) égal à AB (fig. 78); des points B et C comme centres, et avec un rayon égal à BC, décrivez deux arcs de cercle qui se couperont en D. Sur le milieu de BC élevez une perpendiculaire, élevez-en une autre sur le milieu de DC; ces deux perpendiculaires se couperont au point O. Du point O, comme centre, et avec une ouverture de compas égale à OD, décrivez une circonférence qui passera par les

trois sommets B, C, D du triangle équilatéral. Le rayon de ce cercle sera le côté du carré trois fois plus petit.

Dans la pratique, on prendra la moitié, le quart, le huitième, etc., du côté AB; on fera la même construction que ci-dessus, et le rayon du cercle sera la moitié, le quart, le huitième du côté du carré trois fois plus petit.

161. — Soit proposé de faire un plan quadruple du plan (fig. 78).

Doublez AB (fig. 78) : c'est le côté du carré quadruple.

Soit proposé de faire un plan quatre fois plus petit que le plan (fig. 78).

Prenez la moitié du côté AB : c'est le côté du carré quatre fois plus petit.

Ces réductions suffisent dans la pratique. Nous sortirions des limites que nous nous sommes tracées, si nous indiquions les méthodes pour quintupler et sextupler les plans, ou les réduire au cinquième ou au sixième. Nous ne dirons rien, non plus, de la méthode générale pour changer une échelle donnée en une autre.

TROISIÈME PARTIE.

LAVIS DES PLANS.

CHAPITRE XV.

162. — Quand un plan est mis au trait, il reste encore à représenter chaque objet avec les couleurs conventionnelles qui lui ont été attribuées.

Nous allons, avant de parler du lavis, donner quelques détails sur les instruments dont il faut être muni pour mettre à l'encre.

RÈGLES, ÉQUERRES ET PLUMES.

163. — Il faut avoir des règles de différentes longueurs et parfaitement justes.

Pour vérifier l'exactitude d'une règle, tracez une ligne sur le papier en faisant glisser une pointe de crayon ou de plume le long de son arête; retournez la règle bout à bout, et présentez-la à la ligne déjà tracée. Si cette ligne est parfaitement recouverte dans toute son étendue par l'arête de la règle ainsi retournée, on peut en conclure que la règle est juste.

Une règle d'un mètre est nécessaire pour tirer les grandes lignes.

On doit en avoir d'un demi-mètre, et de plus petites encore, pour tirer les lignes qui viennent aboutir à un même sommet d'angle.

Choisissez ces règles en bois de poirier ou de pommier bien sec.

Les équerres doivent être également en bois de poirier. Le mérite d'une équerre est d'avoir l'angle droit parfaitement juste et les arêtes bien vives.

Pour vérifier la justesse d'une équerre, on trace une ligne droite sur le papier; on place une des arêtes de l'angle droit sur cette ligne, et l'on trace une perpendiculaire. On retourne alors l'équerre, et, si l'angle adjacent est parfaitement droit, l'équerre est juste. On peut aussi élever des perpendiculaires au moyen du compas. (Voir les paragraphes 33, 34, 35 et 36.)

On se sert de crayons en bois, de Brookmann ou de Conté, n° 3. Si les traits doivent être effacés, il vaut mieux faire usage de crayons n° 2, qui sont moins durs.

Les plumes dont on se sert habituellement dans le lavis des plans sont celles de corbeau; elles sont fort dures, se taillent très-fin, et donnent un trait délié. On peut cependant se servir également de bouts d'aile de bonne qualité.

Quelques dessinateurs emploient des plumes de canard, dont le tuyau a été durci dans la cendre chaude.

ENCRE DE CHINE.

164. — On imite, dans le commerce, l'encre de Chine. On en trouve qui est fabriquée avec du noir de fumée ou des noyaux de pêche brûlés et réduits en poudre. Cette encre est mauvaise, il ne faut pas s'en servir.

Certaines personnes s'imaginent que l'encre de Chine doit avoir nécessairement un ton roussâtre pour être bonne; c'est une erreur. Il y a de très-bonne encre de Chine d'un beau noir bleu.

Pour reconnaître la bonne qualité de l'encre, frottez le bout du pain sur l'ongle mouillé: si la teinte est

terne ou graveleuse, l'encre ne vaut rien ; si, au contraire, elle est brillante, unie et d'un reflet azuré, l'encre est bonne. Cette première épreuve n'est pas concluante. Frottez votre pain d'encre dans un godet où vous aurez mis un peu d'eau, et, quand l'encre sera épaisse, faites sur le papier quelques traits fortement indiqués ; quand ils seront secs, passez dessus une couche d'eau avec le pinceau : votre encre sera bonne si les traits ne subissent aucune altération.

On délaye l'encre de Chine dans des godets de faïence ou dans des coquilles. Les godets les plus commodes sont en marbre. On mouille légèrement le bord supérieur quand on ne veut plus s'en servir, et on le couvre d'une tablette de marbre qui le ferme hermétiquement, après un léger frottement pour obtenir une adhérence complète ; l'encre, sans cette précaution, se dessèche et ne peut plus être employée.

PAPIER.

163. — Pour dessiner des plans soignés, il est essentiel de n'employer que de très-bon papier. Il doit être épais, bien collé et très-uni.

Le papier anglais dit *Watthmann* est excellent ; mais le prix en est trop élevé pour l'usage ordinaire.

Les papiers de Hollande sont fort bons, et suffisent même pour des plans soignés.

Les papiers vélins, toujours mal collés, ne peuvent servir que pour de simples traits, ils ne sont pas susceptibles de recevoir le lavis.

166. — Voici les dimensions de quelques sortes de papiers employées ordinairement ; il est important de les connaître, surtout quand les plans sont grands et que l'on doit réunir plusieurs feuilles ensemble. Sans la précaution de calculer les dimensions des feuilles, on s'exposerait à trouver beaucoup de déchet.

Il faut observer que la longueur de plusieurs feuilles

doit être calculée en diminuant ce qui doit être ébarbé, recouvert et frotté avec de la colle à bouche.

	Hauteur.	Largeur.
Carré.....	420 millimètres.	530 millimètres.
Petit raisin....	445	585
Grand raisin...	480	650
Jésus.....	526	690
Colombier.....	657	845
Grand aigle...	665	975

MISE AU TRAIT ET A L'ENCRE.

167. — Avant de mettre au trait, on doit fixer et tendre une feuille de papier sur la planche à dessiner. Pour y réussir, on passe une éponge légèrement mouillée sur un côté de la feuille, on la retourne et on la fixe sur la planche avec de la colle à bouche. On place ensuite une règle sur le bord supérieur, en ne laissant passer qu'un centimètre de ce bord ; sous le papier on promène la colle que l'on a amollie dans la bouche, et, après avoir ôté la règle, on frotte avec l'ongle sur une petite bande de papier posée sur le plan pour ne pas le salir. La feuille se trouve ainsi collée solidement.

Quelque précaution que l'on prenne, il se forme toujours des plis pendant que l'on colle ; mais ils disparaissent lorsque le papier est sec. Quand on voudra détacher la feuille de la planche, on coupera le papier, avec un canif et une règle de fer, à un centimètre du bord.

168. — On met à l'encre le périmètre des plans et des pièces de terre. On se sert pour cela d'un tire-ligne ou d'une plume chargée d'encre de Chine bien noire. Quand le trait est mis, on dessine à l'encre de Chine les haies, les arbres et les ruisseaux, s'il y en a, ainsi que les chemins et les routes.

Pour indiquer dans un plan les lignes opposées au jour, on les trace d'un ton plus vigoureux que les autres, en donnant un peu d'écartement aux palettes du tire-ligne.

CHAPITRE XVI.

COULEURS.

169. — Les couleurs nécessaires pour laver un plan sont :

L'encre de Chine,
La sépia,
La gomme-gutte,
Le carmin,
Le bleu de Prusse ou indigo.
Le vert d'eau.

Avec ces couleurs principales, on fait toutes les teintes dont on a besoin pour représenter les objets.

170. — Les pinceaux dont on se sert dans le lavis doivent être de moyenne grosseur. On les accouple au moyen d'un petit morceau de bois que l'on nomme *hampe*. Le premier pinceau sert à mettre la teinte, et le second à la fondre avec de l'eau pure.

Les pinceaux, pour être bons, doivent avoir une pointe fine et faire ressort. On les éprouve en les remplissant d'eau et en les appuyant sur le bord d'un godet : s'ils se redressent et s'ils font bien la pointe, ils sont bons.

On doit destiner un pinceau uniquement à l'encre de Chine ; autrement, et malgré le soin que l'on prendrait de laver à grande eau, il ternirait et salirait les autres couleurs.

171. — Quand on veut se servir d'une couleur, on frotte le pain sur le fond d'un godet contenant de l'eau bien limpide, jusqu'à ce que la teinte soit au degré de force convenable.

Si l'on doit mélanger des couleurs, on prépare les couleurs primitives dans des godets séparés, et l'on en prend avec différents pinceaux pour former une teinte dans un godet à part.

172. — On exprime les différentes sortes de culture par des teintes plates de convention. Pour mettre cette teinte plate, il faut bien garnir son pinceau de couleur, et l'étendre sans s'arrêter et avant qu'elle ne sèche, autrement on fait des taches. Chaque fois que l'on prend de la couleur, il faut la remuer avec le pinceau et faire la pointe sur le bord du godet, surtout lorsqu'on arrive aux limites, qu'il ne faut jamais dépasser.

173. — On suppose dans un plan que la lumière vient à gauche et que le soleil est élevé sur l'horizon de 45 degrés ; c'est dans cette hypothèse qu'il faut disposer ses ombres, si le plan en comporte.

TEINTES CONVENTIONNELLES ADOPTÉES POUR LES PLANS.

174. — *Les terres labourables*, dans les pays entièrement cultivés, restent en blanc, ou se lavent avec une teinte pâle, composée d'un mélange de carmin, de gomme-gutte et d'un peu d'encre de Chine.

La direction des sillons est indiquée sur le plan par des suites de points à l'encre de Chine. (Voyez la fig. B, pl. 7.)

175. — *Les vignes* se lavent avec un mélange léger d'encre de Chine, de carmin, de sépia et d'indigo. On y dessine de petits échalas à l'encre de Chine, et on les enveloppe d'un trait contourné en serpent, que l'on lave en vert. (Voyez la fig. C, pl. 7.)

176. — *Les prés* se lavent avec un vert gai, composé de gomme-gutte (trois parties), de bleu d'indigo (une partie) et de huit parties d'eau.

Les flaques d'eau se lavent avec une teinte bleu. (Voyez la fig. D, pl. 7.)

177. — *Les vergers* se lavent avec une teinte d'un vert très-léger; on ajoute cinq ou six parties d'eau à une seule du mélange précédent, pour faire la teinte des vergers. (Voy. la fig. A, pl. 7.)

178. — *Les landes* se lavent avec une teinte vert terne et aurore pâle. La teinte vert terne s'obtient avec deux parties de gomme-gutte, une partie de bleu d'indigo et une partie de sépia dans deux parties d'eau. La teinte aurore se fait avec de la gomme-gutte et du carmin.

179. — *Les friches* se lavent en vert très-léger, avec une teinte aurore affaiblie. Le vert se forme avec l'indigo et la gomme-gutte très-étendue d'eau; la teinte aurore, avec la gomme-gutte et le carmin affaiblis par l'eau. (Voy. la fig. H, pl. 7.)

180. — *Les bois et les forêts* se lavent avec une teinte de jaune légèrement verte. On prend de l'indigo et de la gomme-gutte, mais la gomme-gutte doit dominer sensiblement. (Voyez la fig. E, pl. 7.)

On y dessine les arbres et les routes qui les traversent.

181. — *Les taillis et les broussailles* s'indiquent par de petits massifs verts un peu espacés; le terrain est lavé en vert pâle. (Voy. la fig. F, pl. 7.)

182. — *Les bruyères* se lavent panachées de vert et de rose. Le vert se compose de gomme-gutte et de bleu d'indigo; le rose de carmin et d'eau. (Voy. la fig. G, pl. 7.)

183. — *Les sables* se lavent en aurore, avec de la gomme-gutte et une pointe de carmin. On les pointille légèrement à la plume. (Voyez la fig. L, pl. 7.)

184. — *Les marais* se lavent avec une teinte vert de prairie ; les bords sont un peu plus foncés.

185. — *Les étangs* se lavent en bleu léger.

186. — *Les rivières et les ruisseaux* se lavent avec du bleu d'indigo très-léger, qui domine jusqu'au milieu de la rivière. Pour indiquer la direction de l'eau, on dessine une flèche dont le dard indique le courant de la rivière. (Voyez la fig. I, pl. 7.)

187. — *Les rochers* se lavent avec une teinte pâle de carmin mêlé avec une teinte d'encre de Chine. (Voyez la fig. L, pl. 7.)

Les montagnes sont assez difficiles à dessiner.

Des hachures indiquent les pentes. (Voyez la fig. M, pl. 7.)

188. — *Les carrières* se lavent avec un mélange de bleu et de carmin ; on indique les ombres.

189. — *Les arbres* se dessinent en élévation avec leur tige et leur feuillage. On cherche à imiter la nature des arbres ; il faut que l'œil distingue facilement les peupliers des chênes et des arbres fruitiers.

190. — *Les fossés* se représentent par deux lignes parallèles.

191. — *La mer* se lave avec une teinte bleue ou vert bleu. On indique la grève avec une teinte jaunâtre, sur laquelle on marque des points à l'encre de Chine. On détermine aussi la partie du rivage qui est inondée pendant la haute mer ; on lave cette partie du rivage avec une légère teinte bleue. (Voyez la fig. K, pl. 7.)

192. — Quand on dessine des bâtiments, on met leur plan à l'encre rouge, et on marque l'ombre avec un filet de carmin.

Une teinte plate et pâle de carmin indique l'épaisseur des murs.

Si l'on veut représenter un jardin ou un enclos, on dessine les divers compartiments qui existent ; on laisse les allées en blanc, et on donne aux objets leur couleur

naturelle, autant qu'il est possible de le faire. (Voyez la fig. A, pl. 7.)

193. — La planche 8 représente un lavis de plan. On y a réuni à dessein des terrains de natures et de teintes conventionnelles différentes. Les élèves le copieront d'abord en triplant les côtés du rectangle et, par conséquent, les côtés du polygone, ce qui donnera une surface neuf fois plus grande. Ils laveront avec les teintes conventionnelles, en cherchant à imiter le modèle. Ils pourront ensuite doubler les côtés du rectangle et les côtés du polygone, pour avoir une surface quatre fois plus grande : enfin ils copieront le plan tel qu'il est représenté dans la planche 8.

Voici les calculs de la mesure de ce plan. Nous ne donnerons ici que les résultats. On trouvera sur le plan la longueur des côtés et des perpendiculaires. Les exemples qui se trouvent dans le cours de cet ouvrage suffisent pour faire connaître la marche à suivre dans l'arpentage des trapèzes et des triangles.

Trapèze A.....	12,550 ^m
Triangle B.....	9,551
Trapèze C.....	36,000
Trapèze D.....	8,005
Triangle E.....	611
Trapèze F.....	4,420
Triangle G.....	7,468
Trapèze H.....	9,575
Trapèze I.....	6,366
Trapèze K.....	8,710
Triangle L.....	4,633
Total.....	<u>137,889^m</u>

La base du rectangle est de 748^m, la hauteur de 480^m.

La surface est donc de.....	359,040 ^m
Si l'on retranche	137,889
Il restera.....	<u>221,151^m</u>

Le reste 221,151^m est la surface du plan proposé. Cette surface est donc de 22 hectares 11 arcs 51 centiares.

Nous n'entrerons pas dans de plus grands détails sur le lavis des plans. L'expérience et le goût indiqueront facilement les procédés à suivre.

QUATRIÈME PARTIE.

MESURE DES HAUTEURS ET DES VOLUMES.

CHAPITRE XVII.

MESURE DES HAUTEURS.

194. — La mesure des hauteurs est souvent indispensable quand on lève un plan où il y a des bâtiments : ces opérations sont très-simples.

Nous allons donner les moyens de mesurer, par les procédés graphiques, les hauteurs inaccessibles.

Premier exemple.

195. — Mesurer la hauteur d'un bâtiment accessible à son pied (fig. 81, pl. 6).

Tout le monde connaît la solution de ce problème par la mesure de l'ombre. On prend un double mètre x ; on le place verticalement à une certaine distance du bâtiment, hors de l'ombre qu'il projette, et sur un plan horizontal ; on mesure l'ombre projetée par le double mètre. Supposons que cette ombre, y , soit de 1^m.80, et que l'ombre de la maison, z , soit de 29^m.15. On fera la proportion suivante : l'ombre y du double mètre est à la hauteur réelle du double mètre x comme l'ombre de la maison z est à la hauteur réelle de la maison.

$$1.80 : 2 :: 29.15 : x = 32^m.39.$$

Ce moyen est très-simple ; mais il ne donne pas un

résultat exact, parce que les ombres ne sont pas assez nettement prononcées, surtout à leur extrémité; cependant, lorsqu'il s'agira d'une approximation, l'ombre peut servir, comme nous venons de le voir, à trouver la hauteur d'un arbre, ou d'une maison, etc., etc.

Deuxième exemple.

196. — Mesurer la hauteur d'une tour (fig. 82).

On pourrait obtenir la hauteur de la tour par le moyen indiqué dans le problème précédent, en mesurant l'ombre; mais nous supposons que le temps soit couvert ou que l'on veuille obtenir plus de précision. On place le graphomètre au point E (fig. 82); le plan de l'instrument doit être vertical, comme on le voit dans la figure. On mesure avec le graphomètre l'angle Acb , et à la chaîne métrique la distance EB.

Soit l'angle Acb de 43° , et EB de 21 mètres.

Sur le papier on tirera une horizontale indéfinie (fig. 83), sur laquelle on prendra une partie GI, représentant EB, et proportionnelle à 21 mètres. Au point I on indiquera avec le rapporteur de corne un angle de 43 degrés. Comme l'angle en B (fig. 82) est supposé droit, on élèvera à l'équerre, au point G, une perpendiculaire dont la rencontre avec la ligne tirée du point I détermine le point K. En reportant la ligne KG sur l'échelle, on obtient la hauteur proportionnelle Ab , et si on y ajoute la hauteur du graphomètre ou bB , l'on a AB. Nous ferons observer que l'angle ABE n'est pas droit, mais obtus, puisque la ligne AB est inclinée à l'horizon. Pour avoir très-exactement la hauteur CD de la tour, il faudrait ajouter à la longueur 21 mètres l'inclinaison de la tour, que l'on estimerait approximativement en prenant son inclinaison sur un mètre de hauteur. Le mètre, placé verticalement au pied de la tour, s'en écarte d'une certaine distance par

son extrémité supérieure : cet écartement est l'inclinaison par mètre.

Troisième exemple.

197. — Supposons encore que l'on demande la hauteur du clocher AB, dont on ne peut approcher jusqu'au pied (fig. 84).

Je m'éloigne de manière à pouvoir construire le triangle DCB. Je transporte successivement le graphomètre aux points C et D, pour mesurer les angles BCD et BDA. Je mesure à la chaîne la longueur DC. Les deux angles DCB, ACB, et la distance CD, suffisent pour trouver la hauteur AB. Effectivement, je tire sur le papier une horizontale indéfinie, sur laquelle je prends, d'après une échelle quelconque, la partie EG (fig. 85), proportionnelle à DC. Aux points G et E, j'indique, avec le rapporteur en corne, deux angles égaux à ceux que j'ai mesurés avec le graphomètre. Les deux lignes tirées par les points E et G, dans la direction des angles mesurés au rapporteur, se coupent en H. Sur le prolongement de GE élevez avec une équerre une perpendiculaire qui passe par le point H : la ligne HI représente la hauteur du clocher AB. On porte HI sur l'échelle de proportion qui a servi à construire la figure 85, et on obtient la hauteur du clocher en mètres, décimètres et centimètres.

Quatrième exemple.

198. — On demande la distance AB, que l'on ne peut mesurer à cause d'une rivière qui sépare les points A et B (fig. 86).

Après avoir jalonné la ligne BC, j'établis successivement le graphomètre aux points B et C ; je mesure les deux angles ABC et ACB, et la distance BC. Il ne me reste plus qu'à construire sur le papier, comme dans les exemples précédents, le triangle ABC avec une

échelle de proportion et un rapporteur. La distance AB, que je mesure sur l'échelle, donne la distance cherchée en mètres, décimètres et centimètres.

Cinquième exemple.

199.— On demande la distance AB de deux objets inaccessibles, et dont on est séparé par un fleuve (fig. 87).

Plantez des jalons en C et en D pour déterminer une base d'opération CD, et placez le graphomètre successivement aux points C et D; mesurez les angles ACD, ADC, BCD et BDC; mesurez à la chaîne la distance CD; et vous pouvez déterminer AB par une construction graphique.

Sur une ligne indéfinie que vous tracez sur le papier, prenez une distance proportionnelle à la ligne CD, et avec le rapporteur en corne tracez à chaque extrémité l'ouverture des angles ACD, ADC, que vous avez mesurés sur le terrain avec le graphomètre : l'intersection des deux lignes CA et DA déterminera le point A. Tracez avec le rapporteur en corne l'ouverture des angles BCD, BDC, et tirez les lignes DB et CB qui se couperont au point B. Joignez les points A et B, mesurez la ligne AB sur l'échelle de proportion : vous obtiendrez ainsi la distance AB en mètres, décimètres et centimètres.

CHAPITRE XVIII.

MESURE DES VOLUMES.

200.— On a souvent besoin de mesurer le volume des ouvrages de maçons ou des travaux de terrassiers. Il est donc utile de connaître la mesure des volumes.

Les solides ont trois dimensions, *longueur, largeur,*

épaisseur. C'est un élément de plus que dans l'arpentage, où l'on ne s'occupe que des superficies, c'est-à-dire de l'étendue à deux dimensions, *longueur* et *largeur*.

201. — Soit le cube (fig. 88) dont on veut mesurer le volume.

Le dé à jouer est un cube : c'est une figure dont toutes les faces sont des carrés égaux, et dans laquelle on a, par conséquent, $AB=BC=CD$. Soit $AB=3$ mètres : quelle sera la mesure du cube ? Je divise AB , BC et CD en trois parties, et je mène par les points de division des horizontales et des verticales. Chacune des faces contient neuf carrés, et le cube total contiendra 27 petits cubes égaux ayant un mètre sur chaque dimension. Donc la mesure du cube est de 27 mètres cubes. Mais $27=3 \times 3 \times 3$: *la mesure d'un cube est donc égale au produit des trois dimensions, ou au produit de la surface d'une des bases multipliée par l'épaisseur*.

202. — Si un cube avait 1^m.45 sur chaque dimension, son volume serait représenté par 1^m.45 multiplié par 1.45 multiplié par 1.45 ou par 3^m.048,625, c'est-à-dire 3 mètres cubes 48 décimètres cubes 625 centimètres cubes.

On peut remarquer qu'un décimètre cube vaut 10 qui multiplie 10 qui multiplie 10, ou 1000 centimètres cubes ; qu'un centimètre cube vaut également 10 qui multiplie 10 qui multiplie 10, ou 1000 millimètres cube, d'où résulte une nouvelle séparation de chiffres décimaux de trois en trois.

Soit, en effet, le nombre 47^{mm}.235,652,234, on l'énoncera : 47 mètres cubes 235 décimètres cubes 652 centimètres cubes 234 millimètres cubes.

Ou 47,235 décimètres cubes 625 décimètres cubes 234 millimètres cubes ;

Ou 47,235,652, centimètres cubes 234 millimètres cubes.

Ou enfin 47,235,652,234 millimètres cubes.

Soit à énoncer le nombre $17^{\text{mm}}.633,24$, on dira 17 mètres cubes 633 décimètres cubes; mais comme il n'y a que deux chiffres pour les centimètres cubes, et qu'il en faut trois, on ajoutera un zéro, et l'on aura 240 centimètres cubes.

Si l'on dictait les nombres suivants : 29 mètres cubes, 8 décimètres cubes; 15 centimètres cubes, on écrirait 29 suivi d'un point et du signe *mmm*, qui signifie mètres cubes, ou bien du signe *m. cubes*, qui a la même valeur, et l'on compléterait par des zéros les chiffres qui manquent aux décimètres et aux centimètres cubes. On aurait, de cette manière, 29 m. cubes 008015.

203. — On appelle parallépipède rectangle un corps dont les six côtés sont des rectangles (fig. 89). On peut s'en faire une idée assez exacte par un coffre, une caisse.

Pour obtenir le volume d'un parallépipède rectangle, on multiplie l'une par l'autre les trois arêtes qui concourent à former un des angles solides.

Soit CA égale à 34 c., CB égale à 42 c., et CD égale à 1 m. 18 c. : le volume sera $0^{\text{mm}}.168,504$, c'est-à-dire de 168 décimètres cubes 504 centimètres cubes.

MESURE DES BOIS ÉQUARRIS.

204. — Les bois équarris sont des parallépipèdes rectangles que l'on évalue en multipliant la surface de la base par la hauteur, ou les trois arêtes qui viennent aboutir au sommet d'un même angle. Soit une pièce de bois de $2^{\text{m}}.45$ de longueur sur 36 c. d'équarrissage ; je multiplie 36 par 36, et le produit par 2.45, ce qui donne $0^{\text{mm}}.317,520$ ou 317 décimètres cubes 520 centimètres cubes.

205. — Comme le bois en grume est recouvert d'un aubier et d'une écorce, et que l'acheteur ne paye que le bon bois, voici le mesurage employé dans l'artillerie.

On mesure les circonférences extrêmes avec une

chaîne; on les ajoute et l'on en prend le dixième; on élève ce dixième au carré et on le multiplie par la longueur de la pièce de bois. Le résultat est le volume du bon bois contenu dans l'arbre.

Soit la longueur de la pièce de bois égale à 3^m.83, la circonférence inférieure égale à 1^m.40, et la circonférence supérieure égale à 1^m.10 : j'ajoute 1.40 et 1.10, ce qui donne 2^m.50, dont le dixième est de 25 c. Je carre 25 c., je multiplie le résultat 0.0625 par 3^m.83, longueur de la pièce de bois.

Le volume de cette pièce de bois est donc de 0.^{mm}.239,375, ou de 239 décim. cubes 375 cent. cubes.

Le règlement de l'octroi de Paris porte, dans l'article qui concerne le mesurage des bois en grume, *qu'il faut multiplier le diamètre par sa moitié.*

En représentant le diamètre par D, sa moitié sera $\frac{D}{2}$, le produit sera $\frac{1}{2} D^2$: on peut donc multiplier le diamètre par lui-même ou l'élever à la seconde puissance et prendre la moitié du résultat.

Par ce moyen on obtient la surface résultant de l'équarrissage. En effet, si dans la figure 97 je multiplie le diamètre CD par lui-même, ou, ce qui est la même chose, le côté GF, du carré EFGH, puisque CD est égal à GF, j'aurai la surface du carré EFGH; mais si j'en prends la moitié ou $\frac{1}{2} D^2$, j'aurai la surface du carré ADBC. On voit que le carré EFGH est composé de 8 triangles égaux dont le carré ABCD en contient 4 : donc ce dernier est la moitié du plus grand.

Il ne reste plus qu'à multiplier la surface d'équarrissage par la longueur de la pièce de bois.

Si l'arbre est écorcé, le règlement de l'octroi de Paris porte : *La déduction pour l'équarrissage des grumes est du dixième du pourtour : on doit déduire l'écorce en prenant la mesure. On prend l'équarrissage du bois écorcé en déduisant le dixième de la circonférence et en prenant le quart du restant.*

Appliquant ce procédé à l'exemple ci-dessus et admettant que la circonférence intermédiaire entre la supérieure et l'inférieure soit de $1^m.25$, nous déduirons le dixième, $0^m.13$, ce qui donnera $1^m.12$ dont le quart $0^m.28$ sera le côté de l'équarrissage. On multipliera $0^m.28$ par lui-même, ce qui donnera au produit $0^m,0784$, qu'il faudra encore multiplier par la longueur $3^m.83$; le produit sera de 300 décimètres cubes 272 centimètres cubes.

On voit que ce résultat s'éloigne de celui qu'a adopté l'artillerie de la marine, et qui n'est, dans le même exemple, que de 239 décimètres cubes 375 centimètres cubes. Le mesurage de l'artillerie donne un résultat plus faible que le résultat géométrique, ce qui s'explique par la nécessité où se trouve l'artillerie de la marine d'avoir des équarrissages excellents, qui font perdre beaucoup de bois.

Dans le commerce, on a adopté un mesurage intermédiaire entre celui de l'octroi de Paris et celui de l'artillerie.

On déduit le sixième de la circonférence, et l'on prend le quart du résultat.

Si nous appliquons la mesure du commerce à l'exemple ci-dessus, nous trouverons pour le sixième de la circonférence $0^m.21$, qui, retranché de $1^m.25$, donne pour reste $1^m.04$, dont le quart est de $0^m.26$ pour le côté de l'équarrissage. En multipliant $0^m.26$ par lui-même, et en multipliant de nouveau le produit par la longueur $3^m.83$, on obtient pour la mesure de l'arbre 258 décimètres cubes 908 centimètres cubes.

L'octroi déduit un dixième de la circonférence,

Le commerce un sixième,

L'artillerie de la marine un cinquième.

Voici les résultats comparatifs :

Mesure selon l'octroi de Paris.....	300,272 cent. cub.
Mesure selon le commerce.....	258,908
Mesure selon l'artillerie de la marine...	239,375

206. — Le *prisme* est un corps dont les bases opposées sont des polygones égaux, et dont les faces latérales sont des parallélogrammes (fig. 90).

Son volume s'obtient en multipliant la surface de la base par la hauteur, c'est-à-dire par une perpendiculaire abaissée de la base supérieure sur la base inférieure ou sur son prolongement.

Pour mesurer la base, il faut la diviser en triangles, que l'on évaluera, comme nous avons vu plus haut ; il ne restera plus, pour avoir la solidité, qu'à multiplier la somme de ces triangles, ou la surface de la base, par la hauteur du prisme.

207. — La *pyramide* (fig. 91) est un corps dont la base est un polygone, et dont toutes les faces sont des triangles ayant leurs sommets réunis en un point qui est le sommet de la pyramide.

Pour avoir le volume d'une pyramide, on multiplie la surface de la base par le tiers de la hauteur, c'est-à-dire par le tiers de la perpendiculaire abaissée du sommet de la pyramide sur la base ou sur son prolongement.

On évalue la base en la divisant en triangles ; on mesure les triangles, et on multiplie leur somme par le tiers de la perpendiculaire, qui indique la hauteur.

208. — Les prismes peuvent être droits ou obliques : ils sont droits quand les arêtes sont verticales et servent de mesure pour la hauteur ; ils sont obliques si les arêtes ne sont pas verticales.

Les pyramides sont régulières et droites quand la base est un polygone régulier et que la verticale abaissée du sommet tombe sur le centre de la base ; autrement elles sont obliques.

209. — Dans la pratique, quand on doit mesurer des matériaux, tels que moellons, pierres dures, bois, etc., on les dispose en parallélépipèdes rectangles, qui s'évaluent comme nous avons vu plus haut.

Le sable et la terre se disposent de la même manière ;

mais les côtés forment talus et les bases inférieure et supérieure sont de différentes dimensions. On suppose les côtés verticaux, on évalue le volume du solide, et on distrait de ce volume les parties qui manquent réellement. Ce sont des ingénieurs qui font ces calculs dans les travaux du gouvernement; il nous suffit de montrer comment on évalue approximativement le volume des matériaux employés dans l'usage ordinaire.

210. — Nous allons indiquer maintenant les moyens de mesurer les cercles et les corps ronds.

Mesurer la surface d'un cercle.

Pour avoir la surface d'un cercle, multipliez le rayon par lui-même et ensuite par $\frac{355}{113}$; c'est-à-dire qu'on multipliera le carré du rayon par 355, et qu'on divisera le produit par 113. Nous avons donné (52) un autre moyen de mesurer la surface d'un cercle.

On pourrait employer le rapport $\frac{22}{7}$, mais le résultat serait moins exact.

Si l'on appelle π (lettre grecque, que l'on prononce *pi*) le rapport de la circonférence au diamètre, la formule sera πR^2 .

211. — Soit un bassin (fig. 92) dont la largeur est $12^m.24$; le rayon, qui est la moitié du diamètre, égalera $6^m.12$.

6.12	37.4544
6.12	355
1224	1872720
612	1872720
3672	1123632
37.4544	13296.3120 113
	199
	866
	753
	751
	732
	540
	88
	117.6664

Le résultat de l'opération donne 117 mètres carrés 66 décimètres carrés 64 centimètres carrés, ou 117 mètres carrés 67 décimètres carrés, en négligeant les centimètres et en forçant l'unité.

212. — Mesurer le volume d'un cylindre droit (fig. 93).

On appelle *cylindre* un corps rond dont les bases opposées sont des cercles égaux; le cylindre est droit quand la ligne qui joint les centres des bases est perpendiculaire sur ces bases.

Pour avoir le volume d'un cylindre, il faut multiplier la surface de la base par la hauteur.

213. — Soit un tuyau cylindrique de 64 cent. de diamètre sur 12^m.23 de hauteur, dont on veut évaluer le volume.

La base du cylindre droit est un cercle dont le rayon sera de 32 centimètres. Pour avoir la surface, on fera le calcul indiqué ci-dessous.

0.32	0.1024	0.3217
0.32	355	12.23
<u>64</u>	<u>5120</u>	<u>9651</u>
96	5120	6434
<u>0.1024</u>	3072	6434
	36.3520	3217
	245	0.32169
	192	3.934391
	790	
	1120	
	103	

Le cylindre aura pour expression de son volume 3 mètres cubes 934 décim. cubes 391 cent. cubes.

214. — On veut donner 32 centimètres d'épaisseur au mur d'un puits qui doit avoir 1^m.26 de diamètre et 23 mètres de profondeur. On demande combien il faudra de mètres cubes de pierres pour ce travail.

Il suffit, pour cette opération, de supposer un cylindre ayant 1^m.26 de diamètre, plus 32 centimètres en sus à chaque extrémité, ce qui donnera 1^m.90 de largeur; on cherchera le volume du cylindre de 1^m.90 de diamètre sur 23 mètres de profondeur; on retranchera de ce volume celui du puits, dont la largeur est seulement de 1^m.26, la hauteur restant la même. Le résultat sera la quantité de mètres cubes nécessaires pour construire le mur du puits.

Première opération.

0.95	0.9025
0.95	355
<u>475</u>	<u>45125</u>
855	45125
<u>0.9025</u>	<u>27075</u>
	320.3875 113
	943
	<u>398</u>
	597
	<u>325</u>
	2.8352

Deuxième opération.

0.63	0.3969
0.63	355
<u>189</u>	<u>19845</u>
378	19845
<u>0.3969</u>	<u>11907</u>
	140.8995 113
	278
	<u>529</u>
	779
	<u>1015</u>
	1.2469

Multipliant les deux quotients par la hauteur, j'ai

pour les volumes $65^m.2096$ et $28^m.6787$, dont la différence 36 mètres cubes 530 décimètres cubes et 900 centimètres cubes exprime la quantité de matériaux qu'il faudrait employer dans cette construction.

215. — Le *cône* est un corps rond dont la base est un cercle. Un pain de sucre donne l'idée d'un cône. Le cône est droit, si la perpendiculaire abaissée de son sommet répond exactement au centre de la base.

216. — Mesurer le volume d'un cône droit (fig. 94).

Le volume d'un cône droit est égal à la surface de sa base multipliée par le tiers de sa hauteur.

Soit un pain de sucre dont la base a 38 centimètres de largeur, et dont la hauteur est de 52 centimètres.

Si la base a 38 centimètres de largeur, elle a $0^m.19$ de rayon.

0.19	0.0361	
0.19	355	
171	1805	
19	1805	
0.0361	1083	
	12.8155	113
	151	0.1134
	385	0.52
	465	2268
	13	5670
Total.....		0.058968
Dont le tiers est de.....		0.019656

Le volume de ce pain de sucre sera donc de 19 décimètres cubes 656 centimètres cubes.

217. — On appelle *cône tronqué* un cône dont on a retranché la partie supérieure parallèlement à la base.

218. — Mesurer un *cône tronqué* (fig. 95).

Pour obtenir ce volume, il faut prendre le rayon de chacune des bases, les ajouter et carrer leur somme, retrancher leur produit, multiplier le reste par le tiers de la hauteur, et le tout par la fraction $\frac{355}{113}$.

Soit le cône tronqué (fig. 95) dont la base supérieure a 42 centimètres de diamètre, la base inférieure 50 centimètres de diamètre, et dont la hauteur est de 36 cent.

Faisons le calcul indiqué ci-dessus.

			0.1591
			0.12
	0.21	0.21	3182
	0.25	0.25	1591
Total.	0.46	105	0.019092
	0.46	42	355
	276	0.0525	95460
	184		95460
	0.2116		57276
Produit.	0.0525		6.777660
Différence.	0.1591		113
			1127
			1106
			896
			1050
			33

On trouve pour résultat 59 décimètres cubes 979 centimètres cubes.

219. — Le calcul du cône tronqué est assez compliqué; nous le recommandons aux maîtres, parce qu'il est très-employé dans les arts; les cuves, les baquets, les chaudières se rapportent au cône tronqué.

Les tonneaux eux-mêmes, quand on se contente d'une approximation, peuvent être considérés comme deux cônes tronqués unis par leur base inférieure.

220. — La *sphère* est un corps rond dont tous les points de la surface sont à égale distance d'un point intérieur qu'on appelle centre (fig. 96).

Le volume de la sphère s'obtient en multipliant le rayon par lui-même, et le produit encore par le rayon; puis en multipliant ce dernier résultat par les $\frac{4}{3}$ de la fraction $\frac{355}{113}$, c'est-à-dire par la fraction $\frac{1420}{339}$.

Premier exemple.

221. — Une sphère a 0^m.36 de diamètre. On demande le volume de cette sphère.

Son rayon est la moitié de 0^m.36, ou 0^m.18.

0.18	0.005832	8.281440	339
0.18	1420	1501	0.024428
<u>144</u>	<u>116640</u>	1454	
18	23328	984	
<u>0.0324</u>	<u>5832</u>	3060	
0.18	8.281440		
<u>2592</u>			
324			
<u>0.005832</u>			

Le volume de cette sphère est de 24 décimètres cubes 428 centimètres cubes.

Deuxième exemple.

222. — Une sphère a 5^m.42 de rayon. On demande le volume de cette sphère.

5.42	159.220088
5.42	1420
<u>1084</u>	<u>3184401760</u>
2168	636880352
<u>2710</u>	<u>159220088</u>
29.3764	<u>226092.524960</u>
5.42	
<u>587528</u>	
1175056	
<u>1468820</u>	
159.220088	

produit par l'épaisseur; la largeur et l'épaisseur sont fournies par le plan mené verticalement au milieu de la longueur de la pièce.

225. — Cherchons le cube d'une pièce de bois de 10^m.45 de longueur, et qui a 0^m.83 de largeur sur 0^m.56 d'épaisseur au milieu de la longueur, à égale distance des deux extrémités.

Nous multiplierons 10^m.45 par 0^m.83, et le produit résultant par 0^m.56.

$$\begin{array}{r}
 10.45 \\
 0.83 \\
 \hline
 3135 \\
 8360 \\
 \hline
 8.6735 \\
 0.56 \\
 \hline
 520410 \\
 433675 \\
 \hline
 4.857160
 \end{array}$$

La pièce aura 4 mètres cubes 857 décimètres cubes 160 centimètres cubes.

226. — Si l'on veut avoir exactement le cube d'une pièce de bois, on se rappellera que la pièce équarrie est plus grosse à un bout qu'à l'autre, et que l'on peut la considérer comme une pyramide quadrangulaire tronquée.

Voici le procédé à suivre pour obtenir le cube :

On cherche la superficie du gros et du petit bout, on multiplie ces deux superficies entre elles, et on extrait la racine carrée, qui donne le plan moyen géométrique entre les surfaces des deux bouts. On ajoute à la superficie du gros et du petit bout celle du plan moyen, on multiplie la somme par la longueur de la pièce de bois, et on prend le tiers du résultat.

Exemple.

227. — Soit une pièce de bois dont le gros bout a d'équarrissage 0^m.62 sur 0^m.52, le petit bout 0^m.38 sur 0^m.34, et la longueur 11^m.45.

Je multiplie 0^m.62 par 0^m.52 pour avoir la superficie du gros bout.

$$\begin{array}{r}
 0.62 \\
 0.52 \\
 \hline
 124 \\
 310 \\
 \hline
 \text{Produit..... } 0.3224
 \end{array}$$

Je multiplie 0^m.38 par 0^m.34 pour avoir la superficie du petit bout.

$$\begin{array}{r}
 0.38 \\
 0.34 \\
 \hline
 152 \\
 114 \\
 \hline
 \text{Produit..... } 0.1292
 \end{array}$$

Pour obtenir le plan moyen, je multiplie 0^m.3224 par 0^m.1292, et j'en extrais la racine carrée. (Voir la note placée à la fin du xxi^e chapitre, p. 162.)

$$\begin{array}{r}
 0.3224 \\
 0.1292 \\
 \hline
 6448 \\
 29016 \\
 6448 \\
 3224 \\
 \hline
 \text{Produit.... } 0.04165408 \quad | \quad 0.2040 \\
 \hline
 1654 \quad 404 \\
 3808 \quad 4080
 \end{array}$$

La superficie du plan moyen est de 0^m.2040; j'additionne les trois superficies, je multiplie la somme par la longueur 11^m.45, et je prends le tiers du résultat.

	0.3224
	0.1292
	0.2040
Total.....	0.6556
	11.45
	32780
	26224
	6556
	6556
Produit.....	7.506620
Dont le tiers est de	2.502206

Le cube de la pièce de bois serait alors de 2 mètres cubes 502 décimètres cubes 206 centimètres cubes.

228. — On voit qu'il est facile, au moyen des nouvelles mesures, d'obtenir le cube des bois équarris. Les pièces de bois rond ne donnent pas plus de peine à cuber. *En effet, on prend la circonférence du milieu de la pièce, ainsi que le diamètre; on multiplie la circonférence par le quart du diamètre; et ce produit par la longueur de la pièce de bois: c'est approximativement le cube de la pièce de bois rond.*

Exemple.

Soit une pièce de bois rond dont la circonférence au milieu soit de 1^m.65 et la longueur de 12^m.50.

Connaissant la circonférence de 1^m.65, je cherche le diamètre par la proportion.

$$355 : 113 :: 1^{\text{m}}.65 : x = 0^{\text{m}}.52.$$

Je multiplie 1^m.65 par .13, qui est le quart de 52. Si le diamètre n'était pas un nombre exactement di-

visible par 4, je multiplierais la circonférence par le diamètre, et je prendrais le quart du produit.

	1.65
	<u>0.13</u>
	495
	<u>165</u>
Produit.....	0.2145
Longueur.....	<u>12.50</u>
	10725
	4290
	<u>2145</u>
	2.681250

Le cube de la pièce de bois rond serait donc de 2 mètres cubes 681 décimètres cubes 250 centimètres cubes.

CHAPITRE XX.

MOYEN DE TROUVER LE PLUS GRAND ÉQUARRISSAGE D'UN ARBRE.

229. — *Pour connaître le plus grand équarrissage d'un arbre abattu, on mesure le diamètre du milieu de l'arbre ; on carre ce diamètre, et l'on prend la moitié du résultat : la racine carrée de cette moitié est le côté du plus grand carré que puisse donner l'arbre équarri à vive arête.*

Exemple.

230. — Soit un arbre de 0^m.82 de diamètre au milieu. On demande le côté du plus grand carré possible que donnera la pièce équarrie.

Le carré de 0.82 est de 0.6724, dont la moitié est 0.3362; la racine carrée de 0.3362 est de 0.57 : le côté du carré sera donc de 57 centimètres.

Cette mesure ne serait pas vraie si le diamètre de l'arbre avait été pris sans faire déduction de l'aubier et de l'écorce. L'usage ordinaire est de diminuer 8 centimètres au chêne, quoique la déduction exacte dépende de l'âge et de la qualité du bois.

Retranchant 0^m.08 de 0^m.82, il reste 0^m.74; carrant ce nombre, prenant la moitié du résultat et extrayant la racine carrée, on trouvera 52 centimètres.

231. — Pour avoir l'équarrissage de la plus grosse pièce qu'on puisse tirer d'un arbre, on emploie dans la pratique un procédé bien simple.

On suppose la pièce de bois sciée et placée en chantier. On trace un cercle aux deux bouts de la pièce, mais en dedans de l'aubier. On tire un diamètre de niveau AB (fig. 97), et un autre vertical CD avec le fil à plomb. Les quatre extrémités de ces deux diamètres donneront les quatre points qui doivent former les arêtes par ce bout. On tirera AC, CB, AD et BD.

On fera la même opération à l'autre extrémité, ce qui donnera les huit arêtes de la pièce.

**MOYEN DE TROUVER LA PLUS FORTE PIÈCE QU'ON PUISSE
TIRER D'UN ARBRE.**

232. — La plus grosse pièce que donne un arbre n'est pas la plus résistante : il a été constaté par des expériences multipliées et par le calcul, que la plus forte poutre, celle qui offre le plus de résistance, ne doit pas être carrée à ses extrémités.

233. — Voici la règle à suivre : *Mesurez le diamètre du milieu de l'arbre, carrez ce diamètre, prenez le tiers du résultat, et extrayez la racine carrée, qui sera le plus petit côté de la pièce : la racine des deux tiers du carré du diamètre sera le plus grand côté.*

Exemple.

254. — Supposons que le diamètre du milieu, franc d'aubier, soit de 0^m.75.

	0.75				
Carré....	0.5625			0.5625	
Tiers....	0.1875	43	deux tiers	0.3750	61
	16	83		36	121
	275			150	
	249			121	
	26			29	

Faisant le calcul indiqué ci-dessus, on trouvera 0^m.43 sur le plus petit côté, et 0^m.61 sur le plus grand.

255. — Dans la pratique, pour obtenir cet équarrissage, on trace un cercle à chaque extrémité de la pièce de bois, en dedans de l'aubier (fig. 98); on tire ensuite un diamètre horizontal AB au moyen du niveau à perpendiculaire; on divise ce diamètre en trois parties égales, ce qui donne deux points de division C et E : de ces deux points on tire deux verticales, l'une CE au-dessus, l'autre DF au-dessous du diamètre. Les points de rencontre E et F de ces verticales avec la circonférence et les deux extrémités A et B du diamètre donnent les quatre points des arêtes de la pièce. Si l'on en fait autant à l'autre bout, on aura les huit arêtes.

Les bois de construction doivent être rognés par les deux bouts; s'ils ne le sont pas, on ne commence à mesurer la pièce que du point où elle aurait dû être rognée.

Les pièces droites doivent être équarries à vive arête; si elles ne le sont pas, elles souffrent une diminution proportionnelle.

256. — Jusqu'à présent, nous avons supposé que toutes les pièces de bois étaient droites; mais il arrive

souvent qu'elles sont courbes ; dans ce cas, il faut les dégrossir selon la configuration naturelle des pièces, qui prennent différents noms, d'après l'usage auquel elles sont propres.

Quand la pièce courbe est dépouillée de l'écorce et de l'aubier, on tend une corde bien roide d'un bout à l'autre, ce qui forme la *corde* dont la pièce est l'*arc*. On présente ensuite une règle graduée sur le cordeau dans l'endroit le plus arqué ; c'est cette distance qu'on appelle la *flèche* de l'arc. C'est d'après cette flèche que l'on range la pièce de bois dans les différentes espèces indiquées par les tarifs de la marine.

Certaines courbures étant fort rares, il arrive que des pièces qui paraîtraient au premier coup d'œil bonnes à débiter sont d'une grande valeur. Il faut une étude particulière pour reconnaître la valeur des bois courbes.

CHAPITRE XXI.

DE LA MESURE DU SCIAGE DES BOIS.

257. — Lorsqu'on exploite des bois, des peupliers, par exemple, on fait scier les arbres dans le sens de la longueur ; c'est ce qu'on appelle *les débiter à la scie*. Il faut savoir calculer ce que l'on doit pour le sciage, qui se paye au décimètre carré.

Chaque trait de scie divise une pièce en deux parties, et donne deux superficies égales.

On peut faire observer ici que, lorsqu'une pièce de bois est débitée, le nombre des planches ou *bordages* qui résulte du sciage excède toujours d'un le nombre de traits de scie : ainsi, avec un trait vous faites deux planches, avec deux traits vous faites trois planches, etc., etc.

238. — Carrer le sciage, c'est chercher combien les superficies contiennent de décimètres carrés.

Si la pièce n'a eu qu'un trait de scie, on cherchera la superficie d'une des faces sur le côté qui a été scié. S'il y a eu plusieurs traits de scie, on multiplie la superficie trouvée par le nombre de traits de scie.

Exemple.

239. — Soit une pièce équarrie de 6^m.25 de longueur sur 0^m.30 de largeur, dont on a fait cinq planches, ou, ce qui revient au même, que l'on a débitée de quatre traits de scie. Je multiplie la longueur 6^m.25 par 0^m.30, ce qui donne 1^m.8750 par chaque trait de scie ; et comme il y en a quatre, je multiplie 1^m.8750 par 4, ce qui donne 7^m.5000, ou 750 décimètres carrés.

Dans l'exemple que nous venons de présenter, il s'agit d'une pièce bien équarrie et de planches de même largeur ; mais, s'il fallait débiter un peuplier, les superficies ne seraient plus égales : car les planches prises au cœur de l'arbre sont sensiblement plus grandes que celles attenant à l'écorce, et qu'on appelle des *croûtes*.

Pour faire le calcul, on ajoute les largeurs des planches et celle d'une des croûtes, et l'on multiplie cette somme par la longueur de la pièce.

Autre exemple.

240. — Soit un peuplier de 4^m.35 de longueur, débité de cinq traits de scie : quel est le sciage en décimètres carrés ?

Nous supposerons deux planches de 43 centimètres de largeur, deux de 40 centimètres, et deux croûtes de 35 centimètres.

Nous ajouterons les deux planches de 43 centimètres, les deux planches de 40 centimètres, et une

croûte de 35 centimètres. Nous multiplierons le total par 4^m.35, longueur de la pièce.

Détail de l'opération.

Deux planches de 43 centimètres.....	0.86
Deux planches de 40 centimètres.....	0.80
Une croûte (puisque la croûte n'a qu'une superficie).....	0.35
	2.01
Multipliez par.....	4.35
	1005
	603
	804
	8.7435

Le calcul fournit donc 8 mètres carrés 74 décimètres carrés, ou 874 décimètres carrés.

241. — Il est facile, connaissant le diamètre d'un peuplier, de savoir combien on obtiendra de bordages d'une certaine épaisseur : il suffit de savoir que chaque trait de scie emporte à peu près six millimètres de bois.

242. — Si, par exemple, un peuplier a 46 centimètres de diamètre, et que je veuille avoir des planches de 5 centimètres, je retranche 5 centimètres de 46 centimètres, ce qui me donne pour reste 41 centimètres, que je divise par 5 centimètres, épaisseur de la planche, augmentés de 6 millimètres pour le trait de scie ; le quotient est 7, plus un reste 18 millim. : donc on aura 7 traits de scie ou 8 bordages, dont une croûte qui aura 18 millimètres d'épaisseur de plus que les autres bordages, à cause du reste ci-dessus.

NOTE SUR LES CARRÉS ET L'EXTRACTION DES RACINES.

243. — On appelle *carré d'un nombre* le produit de ce nombre par lui-même : ainsi le carré 4 est 4×4 ou 16.

On appelle *racine carrée* le nombre qui, multiplié

par lui-même, donne le carré : ainsi, 4 est la racine carrée de 16.

Voici les carrés des neuf premiers nombres.

Racines, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Carrés, 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81.

Rien n'est plus facile que de trouver le carré d'un nombre : il suffit de multiplier ce nombre par lui-même. Mais il est plus difficile de revenir du carré à sa racine.

Premier problème.

On demande la racine carrée de 24627.

2.46.27		156	156
1		25	156
14.6		306	936
12.5			780
212.7			156
183.6		Reste	291
Reste		291	24627

244. — Pour faire cette opération, je divise le nombre proposé 24627 en tranches de deux chiffres, en allant de droite à gauche; la troisième tranche 2 n'a qu'un chiffre dans cet exemple, mais elle pourrait en avoir deux, si le nombre proposé avait six chiffres.

Je tire un trait vertical pour séparer de la racine le nombre proposé, et un trait horizontal pour séparer la racine des opérations qu'il faudra faire au-dessous. Je cherche le plus grand carré contenu dans la dernière tranche à gauche 2 : la table ci-dessus me donne 1. J'écris 1 à la racine : le carré de 1 est 1, que je pose sous 2 ; je fais la soustraction, et à côté du reste 1 j'abaisse la tranche suivante 46, dont je sépare le dernier chiffre par un point. Je double la racine, ce

qui me donne 2 ; je cherche combien de fois 14 contient 2. Il le contient 7 fois ; mais, à cause de la retenue, 7 serait trop grand, de même que 6 : je place donc 5 à la place du 2, et je multiplie 25 par 5, ce qui me donne pour produit 125, que j'écris sous 146. A côté du reste 21 j'abaisse la tranche suivante 27, dont je sépare le dernier chiffre 7. Je double la racine 15, ce qui donne 30, et je cherche combien de fois 212 contient 30 ; j'écris le quotient 6 à la droite de 30, et je multiplie 306 par 6 ; je retranche le produit 1836 de 2127, ce qui donne pour reste 291.

156 est la racine de 24627 moins 291.

245. — Pour faire la preuve, on cherche le carré de 156 en multipliant 156 par 156 ; si on ajoute le reste 291, on trouve 24627.

Voici plusieurs exemples destinés à exercer les élèves.

Premier exemple.

$$\begin{array}{r}
 12.43.25 \mid 352 \\
 \underline{9} \qquad \qquad 65 \\
 34.3 \qquad 702 \\
 \underline{22 \ 5} \\
 182.5 \\
 \underline{140 \ 4} \\
 42 \ 1
 \end{array}$$

Preuve.

$$\begin{array}{r}
 352 \\
 \underline{352} \\
 704 \\
 1760 \\
 1056 \\
 \text{Reste} \quad \underline{421} \\
 124325
 \end{array}$$

Deuxième exemple.

$$\begin{array}{r}
 83.62.48 \mid 914 \\
 \underline{81} \qquad \qquad 181 \\
 26.2 \qquad 1824 \\
 \underline{18 \ 1} \\
 814.8 \\
 \underline{729 \ 6} \\
 85 \ 2
 \end{array}$$

Preuve.

$$\begin{array}{r}
 914 \\
 \underline{914} \\
 3656 \\
 914 \\
 8226 \\
 \text{Reste} \quad \underline{852} \\
 836248
 \end{array}$$

Troisième exemple.

Preuve.

$$\begin{array}{r}
 7.56.83.44 \mid 2751 \\
 \underline{4} \qquad \qquad \underline{47} \\
 36.6 \qquad \qquad 545 \\
 32 \ 9 \qquad \qquad 5501 \\
 \hline
 278.3 \\
 272 \ 5 \\
 \hline
 5 \ 84.4 \\
 5 \ 50 \ 1 \\
 \hline
 34 \ 3
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 2751 \\
 \underline{2751} \\
 2751 \\
 \hline
 13755 \\
 19257 \\
 5502 \\
 \hline
 \text{Reste} \quad 343 \\
 \hline
 7568344
 \end{array}$$

Quatrième exemple.

Preuve.

$$\begin{array}{r}
 24.92.46.84 \mid 4992 \\
 \underline{16} \qquad \qquad \underline{89} \\
 89.2 \qquad \qquad 989 \\
 80 \ 1 \qquad \qquad 9982 \\
 \hline
 914.6 \\
 890 \ 1 \\
 \hline
 24 \ 58.4 \\
 19 \ 96 \ 4 \\
 \hline
 4 \ 62 \ 0
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 4992 \\
 \underline{4992} \\
 9984 \\
 44928 \\
 44928 \\
 19968 \\
 \hline
 \text{Reste} \quad 4620 \\
 \hline
 24924684
 \end{array}$$

Cinquième exemple.		Preuve.
6.24.62.38.26	24992	24992
4	44	24992
22.4	489	49984
17.6	4989	224928
486.2	49982	224928
440 1		99968
46 13.8		49984
44 90 1		Resto 23762
1 23 72.6		624623826
99 96 4		
23 76 2		

Sixième exemple.		Preuve.
32.64.24.86.24	57133	57133
25	107	57133
76.4	1141	171399
74 9	11423	171399
1 52 4	114263	57133
1 14 1		399931
38 38 6		285665
34 26 9		Reste 68935
4 11 72.4		3264248624
3 42 78 9		
68 93 5		

246. — Pour avoir des décimales à la racine, il faut disposer le nombre de manière que le carré contienne le double du nombre des décimales que l'on veut obte-

nir à la racine. S'il n'y a pas de décimales à la suite d'un nombre entier, et qu'on veuille avoir des décimales à la racine, on mettra à la suite de ce nombre autant de fois deux zéros que l'on veut avoir de décimales. S'il y a des décimales en nombre impair, on ajoute toujours un zéro de plus.

Deuxième problème.

Extraire la racine carrée de 2,432 avec deux décimales. Il faut mettre quatre zéros à la suite de 2,432, et extraire la racine carrée comme ci-dessus.

Exemple.		Preuve.
24.32.00.00	49.31	49.31
16	89	49.31
83.2	983	4931
81 1	9861	14793
3 10.0		44379
2 94 9		19724
15 10.0	Reste	5239
9 86 1		2432.0000
5 23 9		

Troisième problème.

Extraire la racine carrée de 6,328^m.25 à trois décimales.

Comme on veut trois décimales à la racine, nous ajouterons quatre zéros à la suite du 5, ce qui donnera 6328.250000.

Exemple.

63.28.25.00.00	79.549
49	149
142.8	1585
134 1	15904
8 72.5	159089
7 92 5	
80 00.0	
63 61 6	
16 38 40.0	
14 31 80 1	
2 06 59 9	

Preuve.

79.549
79.549
715941
318196
397745
715941
556843
Reste 206599
6328.250000

Quatrième problème.

Extraire la racine carrée de 0^m.632 à quatre décimales.

Le nombre des chiffres décimaux étant impair, je le complète par un zéro, et j'ajoute quatre autres zéros.

Exemple.

63.20.00.00	0.7949
49	149
142.0	1584
134 1	15889
7 90.0	
6 33 6	
1 56 40.0	
1 43 00 1	
13 39 9	

Preuve.

0.7949
0.7949
71541
31796
71541
55643
Reste 13399
0 ^m .63200000

CHAPITRE XXII.

ENTRETIEN ET DESCRIPTION DES INSTRUMENTS.

247. — Dans les traités d'arpentage, on néglige ordinairement la description des instruments et les détails de leur construction : en sorte que l'arpenteur lui-même ignore les noms des diverses parties qui les composent ; on n'indique pas , non plus , les soins qu'exigent les instruments pour leur parfaite conservation, d'où il résulte que ces instruments sont détériorés et deviennent défectueux en très-peu de temps. Enfin, on oublie de faire connaître les petites réparations que pourrait exécuter l'arpenteur lui-même, sans recourir à l'ouvrier. Nous croyons être utile à nos lecteurs en comblant ici cette lacune.

ENTRETIEN DES INSTRUMENTS.

248. — On ignore généralement que le cuivre employé dans la confection des instruments reçoit presque toujours un vernis destiné à le préserver, soit de l'intempérie de l'air, soit de la main qui le touche.

Le vernis s'applique à chaud et durcit avec le temps ; de plus, il donne au métal un brillant et une couleur jaune d'or qu'il n'aurait pas sans cela.

249. — Les pièces qui ne sont pas vernies exigent pour leur conservation un poli beaucoup plus parfait ; la pièce est dite alors *polie au gras*, parce que ce poli s'achève avec des matières mélangées d'huile, que l'on éloigne, au contraire, quand il s'agit d'appliquer le vernis. Un corps poli au gras se distingue très-aisé-

ment par sa teinte plus pâle et par l'absence de toute trace de pinceau.

Il est permis, il est même bon d'essuyer fortement une pièce polie au gras, parce que son lustre ne peut qu'augmenter par ce frottement. Il est expressément recommandé de ne pas frotter une pièce vernie, à moins d'employer à cet effet un linge très-doux, très-fin et parfaitement propre. L'arpenteur qui apporterait ce soin à l'entretien de ses instruments les conserverait presque indéfiniment avec le brillant qu'ils ont au sortir de l'atelier. Si, au contraire, ce qui arrive toujours, l'instrument verni a été essuyé sans mesure, avec un linge malpropre, on voit le vernis disparaître, le cuivre se couvrir d'une teinte brune par taches, pour être ensuite corrodé par la sueur des mains, l'humidité et les émanations gazeuses, beaucoup plus rapidement que si l'instrument était poli au gras.

250. — Les instruments qui reçoivent le vernis sont les suivants :

- 1° L'équerre d'arpenteur, dans toutes ses parties ;
- 2° Le niveau à bulle d'air, sur toute sa surface, excepté le dessous ;
- 3° La boussole, dans toutes ses pièces en cuivre ;
- 4° Le graphomètre, excepté le limbe qui porte la graduation et tout ce qui est frotté par l'alidade ;
- 5° L'alidade en totalité ;
- 6° Le genou de la planchette et tous les autres genoux, excepté la boule et l'intérieur des coquilles ;
- 7° Le cuivre qui entre dans la mire à coulisse, quand elle est faite avec quelque soin.

251. — Tout autre instrument, tel que la chaîne et ses fiches, le cuivre des pieds à trois branches, les échelles de proportion, les rapporteurs en cuivre, et en général tous les compas, ne portent aucun vernis. On nettoie ces derniers instruments : ceux en cuivre, au moyen du blanc d'Espagne appliqué sur une peau

de chamois; ceux en fer, au moyen de papier émeri et de l'huile, ou du tripoli à l'eau et à l'huile, et même avec la pierre ponce à l'eau, si l'oxydation était trop avancée.

252. — Ainsi nous recommandons expressément aux arpenteurs, ou à toutes personnes qui font usage d'instruments d'arpentage, d'avoir toujours à leur disposition un chiffon propre, comme il a été dit ci-dessus, avec lequel ils essuieront légèrement les instruments, et au besoin les instruments vernis, au moment de les rentrer dans leurs étuis; car, sans cette précaution, il arriverait que la sueur des mains, se fixant sur le vernis, ne pourrait plus en être séparée. Nous insistons sur ce point, parce qu'il est de la plus haute importance pour la conservation des instruments.

253. — Il nous resterait à dire un mot sur la conservation des instruments en bois. Ordinairement le bois de la boussole est couvert d'un vernis qui diffère un peu de celui qui s'applique sur les métaux; c'est le vernis que reçoivent l'acajou, le noyer et autres bois travaillés avec soin. Dans ce cas, on essuie ces bois avec un linge également propre et doux, que l'on humecte quelquefois avec un peu d'huile d'olive. Si le vernis se couvrait de petites taches, on les ferait disparaître en frottant longtemps et légèrement avec un tampon de toile usée contenant du coton, le tout humecté d'alcool, qui a la propriété de dissoudre et d'étendre le vernis.

Quant au pied à trois branches, au bois de la mire à coulisse, aux jalons, ils sont simplement frottés d'huile; on les rafraîchit de temps en temps en les frottant avec un linge huileux. La planchette ne reçoit aucune préparation, et on doit la nettoyer avec du papier de verre.

254. — Les instruments en cuivre ou en fer-blanc ne sont pas sujets à se déranger par la chaleur, l'humidité.

dité, etc.; il n'en est pas de même du bois, et, quelque soin que l'on prenne, les boussoles en bois, et surtout les planchettes, éprouvent par ces causes des dérangements tels, qu'elles ne peuvent plus servir. Il n'y a guère de ressources que dans une restauration complète. Pour empêcher la planchette de se tourmenter, il faut avoir soin, quand elle ne sert pas, de la placer de champ, en l'appuyant bien également par son bord supérieur, et en la retournant de temps en temps.

255. — Quelques pièces, telles que la mire, reçoivent un vernis à l'huile. Pour rendre ce vernis brillant, on expose la mire à une chaleur assez élevée; mais ce vernis des *ferblantiers* a l'inconvénient de s'écailler et de laisser le fer ou le zinc qu'il recouvre exposé aux injures de l'air; mieux vaut prendre une mire peinte à l'huile à la manière ordinaire : car cette peinture, quoique terne, a l'avantage de rester longtemps adhérente.

DESCRIPTION DES INSTRUMENTS; NOMENCLATURE DE LEURS PARTIES.

256. — La CHAÎNE D'ARPENTEUR, ou décamètre, est formée de cinquante *chaînon*s en fil de fer de 2 décimètres chacun, y compris les *anneaux* intermédiaires et les *poignées* terminales.

Les mineurs emploient des chaînes en fil de cuivre; chaque chaînon a 2 décimètres, et plus souvent un seul décimètre, pour la commodité du transport dans les mines. La chaîne est accompagnée de dix *fiches* en cuivre.

La grosseur de la chaîne se désigne, dans les ateliers, par le numéro du fil métallique que l'on emploie.

257. — Les JALONS sont des bâtons *ferrés* par le bas, et portant au bout supérieur, soit un *signal*, soit un cône tronqué pour recevoir une *douille*, soit enfin une

véritable *douille* métallique fixe qui entre dans la douille de l'instrument que le jalon doit supporter.

Dans ce cas, le jalon prend le nom de *bâton* ou *pied*.

258. — Le **FIL À PLOMB** se compose d'une petite *masse* cylindrique de cuivre terminée par un *cône* à la partie inférieure et par une *tête*. L'extrémité du cône est ordinairement fortifiée par un *bout* d'acier, et la tête est percée, suivant son axe, par un trou qui reçoit le fil. Cette tête se divise pour passer le fil que l'on retient par un nœud. Quelquefois aussi la partie conique du fil à plomb se dévisse et se retourne dans la partie cylindrique.

259. — L'**ÉQUERRE D'ARPENTEUR**, décrite au paragraphe 57, soit octogonale, soit cylindrique, porte huit *fentes* parallèles et verticales à 45 degrés l'une de l'autre, et dans ce cas elle est sans *pinnules*. On les fait aussi le plus souvent à *pinnules*, qui sont des *crins* tendus le long d'une moitié de quatre fentes rectangulaires élargies en cet endroit, et portant le nom de *fenêtres*. Chaque fenêtre est opposée à une fente où l'on place l'œil. Ces derniers instruments prennent le nom d'*équerres à fenêtres*, pour les distinguer des *équerres à fentes*. Les unes et les autres portent des *douilles* qui peuvent rentrer dans l'intérieur de l'équerre.

Quelquefois l'équerre est surmontée, à sa partie supérieure, d'une boussole cylindrique de même diamètre; cette boussole s'y place à vis, afin de pouvoir remettre la douille dans l'intérieur de l'instrument. Cet instrument porte le nom d'*équerre à boussole*, et donne les directions.

260. — La forme cylindrique des équerres permet d'en rendre la partie supérieure mobile sur la partie inférieure, demeurée fixe et attachée à la douille. La partie mobile tourne à volonté au moyen d'une vis portant pignon. Le bord de la partie inférieure est divisé en 360 degrés sous forme de limbe, soit jaune,

soit blanchi à l'argent, soit incrusté de ce métal, ou de maillechort, qui est également blanc. Le bord de la partie mobile qui touche à ce limbe est muni du vernier, qui permet d'apprécier les minutes. Cette partie immobile a de plus quatre fentes verticales à angle droit avec fenêtres et pinnules. Il n'est pas nécessaire que le zéro du vernier corresponde à l'une des pinnules pour que l'on puisse mesurer les angles à la précision des minutes.

La vis à pignon est placée, soit au-dessous de l'équerre, soit sur le côté, dans la partie mobile. Dans le premier cas, l'instrument se nomme *équerre tournante à pignon par-dessous*, et dans le second cas, *équerre tournante à pignon sur le côté*; cette dernière est plus commode, parce que la tête de la vis que l'on tient se trouve toujours sur la droite de l'observateur.

Ces dernières équerres, surmontées d'une boussole, sont les plus compliquées que l'on emploie : elles portent le nom d'*équerres tournantes à pignon par-dessous ou de côté et à boussole*.

Les équerres ordinaires, soit octogones, soit rondes, sont de différents diamètres, distingués par les numéros 1, 2, 3; le numéro moyen est de 54 millimètres de diamètre. Les équerres à boussole ne se font que dans les numéros 2 et 3, et les équerres tournantes, dans des numéros supérieurs.

261. — Les **PIEDS A TROIS BRANCHES** sont dits *pieds de graphomètre*, bien qu'ils s'appliquent également à la planchette, à la boussole et au graphomètre. Les trois branches sont serrées à la tête par des *écrous à oreilles*. Pour plus de solidité, les vis qui reçoivent les écrous sont d'une seule pièce qui s'incruste dans la tête. Il est nécessaire qu'une *rondelle* métallique et suffisamment épaisse se trouve placée entre l'écrou et le bois, pour préserver celui-ci. Quant aux extrémités des pieds, on

doit les garnir de viroles en cuivre, et on y implante des pointes de fer légèrement coudées en dedans. Les pieds se retournent de manière à embrasser la tête de l'instrument.

Il y a des *pieds à six branches* accouplés deux à deux, et qui sont plus commodes en ce que les pieds s'ouvrent droit de dedans en dehors, tandis que les pieds à trois branches s'ouvrent obliquement sur le côté, ce qui ne permet pas de les placer aussi facilement.

262. — Il y a trois sortes de *PLANCHETTES*, savoir : les *planchettes simples*, les *planchettes à rouleaux*, et les *planchettes à la Cugnaut*, qui sont simples ou à rouleaux.

La planchette simple est portée par un *triangle de cuivre* muni d'une tige qui entre dans la boule d'un *genou*, et qui, tournant dans cette boule, permet d'orienter la planchette. Ce genou se compose, en outre, de deux *coquilles* qui saisissent la boule et la serrent au moyen d'un *écrou* placé sur le côté, et d'une *douille* qui retient les deux coquilles et se place dans la tête du pied à trois ou à six branches.

La tige du triangle qui est vissée sous la planchette se trouve serrée plus ou moins fortement dans la boule du genou à l'aide d'une vis dont on découvre la tête en rendant la planchette horizontale. Malheureusement ce triangle et ce genou sont inséparables de la planchette, qui alors ne peut pas se placer commodément sur une table. Pour y arriver, on remplace le triangle par une rondelle de cuivre incrustée dans la planchette, et c'est dans cette rondelle que l'on visse et dévisse tout le système du genou. Dans ce cas, on peut travailler au plan sans le retirer de dessus la planchette, qui se place alors sur une table.

Les *planchettes à rouleaux* ne diffèrent des précédentes que par deux *rouleaux* de bois qui se trouvent sous deux côtés opposés de la planchette. Chaque rouleau tourne à l'aide d'un *bouton* de cuivre placé à l'un de

ses bouts, et se fixe au moyen d'un écrou placé à l'autre extrémité.

Les *planchettes à la Cugnaut* se posent et se fixent sur un châssis de bois, qui lui-même est fixé à un genou de bois à double mouvement et dans lequel tous les mouvements s'exécutent sur des rondelles métalliques. Le pied est nécessairement à six branches. Cette planchette est employée par les ingénieurs qui lèvent la carte de France.

263. — L'ALIDADE à pinnules est celle dont on se sert habituellement avec la planchette. On y distingue trois parties principales : la *règle* et deux *visières* à ses extrémités. Ces visières sont à charnières et se couchent sur la règle ou se relèvent à angle droit sur celle-ci ; chacune porte une *fente* et une *fenêtre* garnie de son *crin*.

Au lieu de pinnules, on adapte souvent une *lunette* mobile dans le sens vertical ; elle est soutenue par un *montant* fixe vers l'une des extrémités de la règle.

Dans l'un et l'autre cas, il faut que l'axe des pinnules ou de la lunette coïncide avec le bord de la règle qui sert à tirer les traits sur le plan.

Quelquefois on grave sur cette règle une échelle de proportion ; mais, outre l'incommodité de cette position de l'échelle, il pourrait se faire que celle dont on se servirait en chambre ne lui fût pas rigoureusement égale.

264. — Le NIVEAU A BULLE D'AIR nécessaire pour une planchette doit avoir de 10 à 15 centimètres de longueur. La *fiote* ne doit pas avoir une courbure trop faible ni trop forte, car, dans le premier cas, ses indications varieraient d'un point à un autre de la planchette qu'il sert à mettre dans le plan horizontal ; et, dans le second cas, on obtiendrait cette position avec assez d'exactitude encore, mais le niveau ne pourrait plus servir à d'autres usages.

263. — La BOUSSOLE D'ARPENTEUR, décrite au paragraphe 91, a 16 centimètres de côté, et quelquefois 19. Cet instrument ne comporte pas une grande précision, principalement à cause des variations diurnes du magnétisme terrestre, variations de 8 à 12 minutes en hiver et de 14 à 18 en été; lesquelles, pour les personnes qui n'en tiendraient pas compte, peuvent produire des erreurs d'un quart de degré. Dès lors il est inutile de diviser le cercle en demi-degrés. Pour plus de commodité, on adapte aux bords de la boussole deux niveaux à bulle d'air, rectangulaires entre eux, qui permettent de la placer horizontalement.

266. — Souvent on se borne à l'emploi du *déclinatoire*, qui est une boussole sans *genou* ni *visière*, deux fois plus longue que large, donnant jusqu'à 30 degrés environ de part et d'autre de la *ligne nord-sud* parallèle au grand côté de la boîte. Cet instrument ne sert qu'à orienter la planchette.

Les ingénieurs de la carte de France se servent d'une boussole tout en cuivre, garnie de lunettes, qui donne non-seulement la *déclinaison*, mais encore l'*inclinaison*. Ces boussoles, nommées *déclimètres*, coûtent huit fois plus que les ordinaires, sans rendre proportionnellement plus de services. En général, il est bon de faire la boussole tout en cuivre pour conserver cet instrument invariable.

267. — Le GRAPHOMÈTRE est préférable à la boussole; on le trouve décrit aux §§ 88 et suivants. On distingue :

1° Le *graphomètre simple* à deux alidades, dont l'une fixe et l'autre mobile. Son diamètre est ordinairement de 16 centimètres; il passe à 20 ou 27 centimètres, quelquefois même à 32 centimètres. Nous conseillons celui de 16 centimètres comme suffisant.

2° Le *graphomètre à boussole* est le précédent muni d'une boussole. Communément on prend ce dernier,

parce que la boussole n'en augmente pas beaucoup le prix.

3° Le *graphomètre à une lunette*, muni ou non de boussole et de niveaux.

4° Le *graphomètre à deux lunettes*, l'une supérieure et l'autre inférieure au limbe, portant boussole et niveaux.

5° Le *graphomètre à deux lunettes et vis de rappel*, qui donne de petits mouvements à l'alidade supérieure, garnie de sa lunette.

6° Le *graphomètre à deux lunettes, vis de rappel et vis à caler*. Les trois vis à caler sont placées entre la douille et la plaque qui porte l'instrument, et remplacent le genou.

7° Le *graphomètre entier, ou cercle*, offre sur un limbe circulaire complet toutes les variétés précédentes des graphomètres à demi-cercle.

268. — LE NIVEAU D'EAU. Le niveau d'eau, ordinairement en fer-blanc, se fait aussi en cuivre, et alors il se démonte en plusieurs pièces. Dans ce cas, on y adapte un genou.

Pour les grands nivellements, il existe ce qu'on appelle des *niveaux-cercles*, munis, comme le nom l'indique, d'un cercle divisé, d'une ou de deux lunettes, d'un niveau mobile et d'un quart de cercle vertical; en sorte que, tout en nivelant, on prend en même temps les *azimuths* et les *hauteurs relatives*. Ces niveaux sont dits de première, de seconde, de troisième et de quatrième construction, suivant le nombre de pièces que l'on y fait entrer; mais ces niveaux sont d'un prix trop élevé pour les opérations ordinaires de l'arpentage, et servent principalement dans le nivellement des chemins de fer, des routes et des canaux.

269. — La *mire*, servant avec tous les niveaux précédents, est *simple* ou à *coulisses*, et, dans ce dernier cas, à deux, trois ou quatre tirages.

RÉPARATIONS DES INSTRUMENTS, FACILES A EXÉCUTER.

270. — Les instruments susceptibles d'être réparés sans recourir à l'ouvrier sont les suivants :

1° La *chaîne*. Elle peut se fausser, ou s'allonger par une trop forte tension. Dans le premier cas, on redresse le chaînon plié, soit à la main seulement, soit en frappant avec un marteau, opération que l'on doit faire de temps en temps sur tous les chaînons. Dans le second cas, ce sont les anneaux qui s'ouvrent ou s'aplatissent, et qu'il faut ramener à la forme circulaire à coups de marteau. Dans tous les cas, on doit vérifier la chaîne sur le plancher d'un appartement suffisamment long, ou par moitié, si l'on n'a pas deux pièces contiguës; il est bien entendu que le décamètre et ses divisions sont tracés au préalable sur ce plancher avec une mesure invariable.

2° L'*équerre d'arpenteur*. Si le crin qui forme la pinule se casse, on aura soin de choisir un crin de cheval, rond et égal sur toute la longueur, et de grosseur moyenne. A l'un des bouts de ce crin, on fait un nœud qui sert à arrêter le crin dans la fente placée au-dessous de la fenêtre. On tendra le crin par l'autre extrémité, que l'on enroulera autour de la vis placée à l'autre bout de la fenêtre, et de telle manière qu'en serrant cette vis, le crin, au lieu de se dérouler, s'enroule, sans toutefois se rompre.

3° La *planchette*. Si elle se tourmentait par trop, on la placerait dans un lieu humide, comme une cave, ou même on l'humecterait légèrement d'eau; puis, dans cet état, on la chargerait de poids répartis de manière à contrarier la flexion et même à en former une en sens contraire, et on laisserait la planchette se dessécher dans cette position.

4° *L'alidade*. Si elle se faussait, on la redresserait avec la main, mais sans coups de marteau, jusqu'à ce que, les deux visières étant rabattues sur la règle, on vit les pinnules coïncider avec les bords de cette règle.

5° *Le niveau à bulle d'air*. Quand la fiole se casse, on en mesure exactement le diamètre et la largeur ; on en fait faire une semblable, que l'on met en place avec de la cire, et de manière que la partie convexe, sur laquelle l'ouvrier a fait une croix, soit en dessus : quelquefois même on a soin de prendre des fioles de rechange pour tous les instruments garnis de niveaux.

Ensuite on s'assure, par le retournement bout à bout, si la fiole a été bien mise, auquel cas la bulle occupe la même place dans les deux oppositions.

6° *La boussole*. Si le verre se casse, on en fait couper un par le vitrier, d'égale épaisseur, sans fils ; après l'avoir mis en place, on l'assujettit par la *sertissure*, nom que l'on donne à tout anneau (qui est ici un fil de laiton) destiné à maintenir une pièce de verre. Cette opération exige de la précaution et un peu d'adresse pour ne pas casser de nouveau le verre et pour ramener en contact les deux bouts de la sertissure par une pression suffisante.

Si l'aiguille n'était pas bien centrée, auquel cas les deux pointes donneraient des indications différentes, on y remédierait en poussant la pointe qui fait pivot, en la faisant fléchir de droite et de gauche à l'aide d'un morceau de bois, jusqu'à ce que l'aiguille se trouve centrée dans deux directions à peu près rectangulaires.

En général, il est presque impossible de centrer et d'équilibrer une aiguille dans les ateliers où se trouvent beaucoup d'outils en fer, et il faut presque toujours y retoucher dans le cabinet. Ainsi, quand l'aiguille penche d'un côté, on l'allège en diminuant ce

côté par-dessous, de manière à diminuer l'épaisseur seulement.

7° Le *graphomètre*. La seule réparation facile à faire est de remettre les crins des pinnules, et de redresser à la main les alidades quand elles se trouvent faussées.

8° Le *niveau d'eau*. Si une fiole vient à perdre l'eau, après l'avoir desséchée lentement, on la chauffe fortement pour remanier son mastic. Dans le cas où cette fiole serait brisée, il serait nécessaire de démastiquer d'abord ce qui en resterait, et de remettre une fiole en place, chauffée d'avance, et en employant le même mastic, s'il est possible. Si ce mastic était insuffisant, on se procurerait du *mastic de fontainier*, que l'on appliquerait à l'état de fusion. Quand on mastique ainsi une pièce de verre, il faut avoir soin de présenter celle-ci au feu privée de toute humidité : sans cette précaution elle se briserait inévitablement.

271. — Telles sont les petites réparations que l'on peut faire soi-même, à défaut d'ouvrier. Dans toutes les autres circonstances, il est prudent de confier les réparations à des ouvriers spéciaux, ou du moins à un ouvrier intelligent. Mais nous ne pouvons cesser de répéter que l'entretien bien entendu des instruments vaut mieux que les réparations, et nous engageons fortement les arpenteurs à suivre les recettes que nous leur avons indiquées au commencement de ce chapitre pour l'entretien des instruments.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX.

FIG. 99. — Bâton d'arpenteur ou pied à douille. A est la douille qui reçoit l'équerre, B est la pointe en cuivre, terminée par un bout d'acier C. Dans les bâtons ordinaires, A est en bois et B tout en fer.

FIG. 100. — Fil à plomb de cuivre, terminé par une pointe d'acier.

FIG. 101. — Équerre octogone à boussole. La boussole BB entre à vis en CC; on la dévisse chaque fois qu'il faut rentrer ou sortir la douille D.

FIG. 102. — Équerre ronde tournante. La partie supérieure A tourne sur l'inférieure B, au moyen du pignon P placé en-dessous, ou du pignon Q placé sur le côté de la partie mobile.

FIG. 103. — Pied à trois branches.

FIG. 104. — Pied à six branches, réunies deux à deux.

FIG. 105. — Planchette à rouleaux vue par-dessous. AB et CD sont les deux rouleaux qui tournent par l'un des bouts A ou C, et se serrent en place par l'autre bout B ou D. Le genou est G, vissé par un triangle à la planchette.

FIG. 106. — Alidade à pinnules. RR est la règle taillée en biseau, PP les pinnules, BB deux boutons servant à tenir ces pinnules dans la position verticale.

FIG. 107. — Alidade à lunette. RR est la règle, M le montant, O l'oculaire et O' l'objectif de la lunette, laquelle est mobile autour d'un axe fixé au sommet du montant.

FIG. 108. — Niveau à bulle d'air.

FIG. 109. — Boussole à lunette. B est la boîte cylindrique en cuivre qui renferme l'aiguille, S est le bouton de la suspension pour arrêter cette aiguille. AA' est l'alidade parallèle à la ligne nord-sud de l'instrument, OO' la lunette tournant autour de son centre C, et G le genou capable de tourner en H.

FIG. 110. — Déclinatoire, ou boussole sans visière ni genou.

FIG. 111. — Graphomètre à pinnules et à deux alidades, dont l'une AB est fixe, et l'autre CD mobile autour du centre E; la boussole est placée en F.

FIG. 112. — Niveau-cercle de seconde construction. VV sont les vis à caler, AB le cercle divisé, CD une roue à dents qu'engrène le pignon E de l'alidade terminée par le vernier F, laquelle alidade entraîne les montants G et H, qui portent la lunette IK et son niveau superposé LM.

Nota. Tous ces instruments d'arpentage se trouvent, rue Pierre-Sarrasin, 44, chez MM. L. Hachette et C^{ie}, ainsi que les instruments de physique et de matériel des écoles.

CHAPITRE XXIII.

[Destiné seulement aux écoles, et servant d'examen pour constater le travail des élèves.]

Dans l'arpentage, rien ne peut remplacer la pratique : aussi avons-nous engagé les maîtres à conduire les élèves dans la campagne, et leur avons-nous fait connaître les moyens les plus simples pour mesurer un terrain et pour en lever le plan. Comme l'acquisition des instruments rencontre bien des obstacles à cause de la position peu aisée des instituteurs et des faibles ressources que peut leur procurer le budget de la commune, nous avons levé cette difficulté en les mettant à même de construire les instruments nécessaires, et d'obtenir néanmoins des résultats suffisamment exacts pour l'objet qu'on se propose.

Outre la *pratique*, il y a aussi dans l'arpentage des notions élémentaires de *théorie* : nous engageons les maîtres à y revenir fréquemment. Voulant faciliter l'examen des connaissances acquises par leurs élèves, nous allons présenter, comme dans notre *Cours méthodique de dessin linéaire*, une série de questions que les maîtres ou les moniteurs adresseront aux élèves, et sur lesquelles ceux-ci devront répondre imperturbablement. Quel que soit le mode d'enseignement, le maître devra interroger lui-même.

SYSTÈME MÉTRIQUE.

Demande. Dans l'expression en chiffres des mesures obtenues par les instruments d'arpentage, quelle est la certitude qu'on peut leur accorder ?

Réponse. Trois chiffres significatifs seuls sont rigoureux, le quatrième est incertain, les autres sont illusoires.

D. Expliquez ce principe par un exemple.

R. Supposons une distance exprimée par les nombres suivants, 2^m.4656897. Dans ce nombre il n'y a que 2^m.46 qui soient rigoureux, le 5 est incertain, et les chiffres 6897 sont illusoires et doivent être négligés. En effet, mesurez avec précision, et au moyen de bons instruments, la distance précitée, vous obtiendrez les 2 mètres, les 4 décimètres et les 6 centimètres; mais vous trouverez toujours une différence sur les millimètres, tantôt 5, tantôt 1, tantôt 8, etc., etc., parce que telle est la limite de la précision obtenue avec des instruments.

D. Pour les divisions du limbe dans le rapporteur, dans le graphomètre et dans les autres instruments qui ont pour base la division exacte de la circonférence, quelle est la certitude que l'on peut accorder à l'expression des chiffres?

R. En supposant les instruments très-bien établis, on ne peut regarder comme rigoureux que les chiffres exprimant les degrés; les chiffres exprimant les minutes sont incertains, les autres sont illusoires.

D. Comment se fait l'addition des nombres décimaux?

R. L'addition des nombres décimaux s'effectue de la même manière que celles des nombres entiers; seulement on a soin de séparer par un point, au résultat, autant de chiffres décimaux qu'il y en avait dans celui des nombres qui en contenait le plus.

D. Comment se fait la soustraction des nombres décimaux?

R. La soustraction des nombres décimaux se fait comme celle des nombres entiers; seulement on rend le nombre des chiffres décimaux le même dans chacun des

nombres proposés, en mettant des zéros à la suite de celui qui en a le moins.

D. Comment se fait la multiplication des nombres décimaux ?

R. Pour multiplier deux nombres décimaux l'un par l'autre, il faut opérer comme si les deux nombres étaient entiers, sans faire attention au point, et séparer sur la droite du produit autant de chiffres décimaux qu'il y en a dans les deux facteurs.

D. Comment se fait la division des nombres décimaux ?

R. Pour diviser, l'un par l'autre, deux nombres accompagnés de chiffres décimaux, il faut mettre à la suite de celui qui en a le moins un nombre suffisant de zéros pour qu'il y ait autant de décimales dans le dividende que dans le diviseur. On supprime alors le point, et la division se fait comme celle des nombres entiers.

D. Quel moyen doit-on employer pour obtenir des décimales au quotient d'une division ordinaire ?

R. Il suffit de mettre à la suite du reste autant de zéros que l'on veut avoir de décimales au quotient, et d'opérer comme dans une division ordinaire.

D. Comment peut-on convertir une fraction ordinaire en fraction décimale ?

R. Il faut diviser le numérateur de la fraction par le dénominateur, en ajoutant à la suite du numérateur autant de zéros que l'on veut avoir de chiffres décimaux au quotient.

D. Qu'est-ce que le système métrique ?

R. C'est un système méthodique de mesures dérivant toutes du mètre et se rattachant à notre système décimal.

D. Qu'est-ce que le mètre ?

R. Le mètre, unité des mesures de longueur, est la dix-millionième partie de la distance du pôle à l'équateur, comptée sur le méridien.

D. Qu'est-ce que l'are ?

R. L'are, unité des mesures de superficie, est un carré qui a un décamètre ou dix mètres de côté.

D. Quels sont les multiples et les sous-multiples de l'are en usage ?

R. L'hectare, ou dix mille mètres carrés.

L'are, ou cent mètres carrés.

Le centiare ou mètre carré.

D. Qu'est-ce que l'arpentage ?

R. C'est l'art de mesurer la surface ou la superficie d'un terrain.

D. Qu'est-ce qu'une surface ?

R. C'est l'étendue qui a deux dimensions, longueur et largeur.

D. Est-il important d'étudier l'arpentage ?

R. L'arpentage ayant pour but de fixer la limite des propriétés, il est d'une haute importance que chacun puisse juger si ses voisins n'ont pas empiété sur sa propriété. La connaissance de l'arpentage donne le moyen d'apaiser les contestations et d'éviter les procès.

D. Qu'est-ce que la levée des plans ?

R. C'est l'art de représenter en petit, sur le papier, la forme d'un terrain, en conservant les détails et les proportions de l'ensemble.

D. Qu'est-ce qu'une ligne droite ?

R. C'est le plus court chemin pour aller d'un point à un autre.

D. Combien faut-il de points pour déterminer une ligne droite ?

R. Deux points suffisent.

D. Qu'est-ce qu'un angle ?

R. C'est l'espace compris entre deux lignes qui se coupent. Le point de rencontre se nomme *sommet*.

D. Qu'est-ce qu'une ligne perpendiculaire ?

R. C'est une droite qui, en tombant sur une autre,

forme, à droite et à gauche, *deux angles adjacents égaux*. On les nomme *angles droits*. Si la droite n'est pas perpendiculaire, les deux angles adjacents ne sont plus égaux, mais ils valent ensemble deux angles droits.

D. Comment nomme-t-on les angles adjacents dont la somme est égale à deux droits ?

R. On les nomme *suppléments* l'un de l'autre.

D. Qu'est-ce qu'un *angle complément* d'un autre ?

R. C'est un angle qui, réuni à un autre, forme avec celui-ci un angle droit ou de 90 degrés.

D. Qu'entendez-vous par parallèles ?

D. Deux droites sont parallèles lorsque, situées dans le même plan, elles conservent le même écartement, à quelque distance qu'on les prolonge.

D. Qu'est-ce qu'une circonférence ?

R. C'est une ligne courbe dont tous les points situés dans un même plan sont également éloignés d'un point intérieur nommé *centre*. L'espace renfermé par la circonférence est le *cercle*. Les lignes qui vont du centre à la circonférence se nomment *rayons*. Les lignes qui, passant par le centre, vont aboutir à la circonférence par leurs extrémités, se nomment *diamètres*.

D. Comment divise-t-on une circonférence ?

R. Toute circonférence, grande ou petite, est divisée en 360 parties appelées *degrés*. Le quart d'une circonférence est le *quadrant*, qui contient 90 degrés. Chaque degré est divisé en 60 *minutes*, chaque minute en 60 *secondes*.

D. Qu'est-ce qu'un arc de cercle ?

R. C'est une partie de la circonférence ; la ligne qui joint les deux extrémités de l'arc est la *corde*.

D. Qu'est-ce qu'un polygone ?

R. C'est un plan terminé par des droites : aucun polygone ne peut avoir moins de trois côtés ; mais il peut en avoir un nombre indéfini.

D. Comment nomme-t-on le polygone de trois côtés ?

R. Triangle, espace renfermé entre trois droites qui se coupent deux à deux.

D. Que vaut la somme des trois angles d'un triangle ?

R. La somme des trois angles de tout triangle vaut deux angles droits ou 180 degrés.

D. Comment nomme-t-on le polygone de quatre côtés ?

R. Quadrilatère.

D. Nommez les différentes espèces de quadrilatères.

R. Le *carré*, qui a ses côtés égaux et ses angles droits.

Le *parallélogramme*, qui a ses côtés parallèles et égaux deux à deux.

Le *rectangle*, qui a ses angles droits et ses côtés égaux deux à deux.

Le *trapèze*, dont deux côtés seulement sont parallèles.

D. Quelle est la somme des angles intérieurs d'un polygone ?

R. La somme de tous les angles intérieurs d'un polygone vaut autant de fois deux droits qu'il y a de côtés moins deux.

D. Qu'est-ce qu'une diagonale ?

R. C'est une ligne droite qui joint les sommets de deux angles non adjacents dans un polygone.

D. Qu'est-ce que mesurer une surface ?

R. C'est chercher combien de fois une surface donnée contient une certaine surface prise pour unité.

D. Quelle est l'unité de surface pour l'arpentage ?

R. C'est l'are.

D. Quelle est la mesure de la surface d'un rectangle ?

R. C'est le produit de sa base par sa hauteur.

D. Quelle est la mesure de la surface d'un triangle rectangle ?

R. La moitié du produit des deux côtés qui forment l'angle droit.

D. Quelle est la mesure de la surface d'un triangle quelconque ?

R. La moitié du produit de sa base par sa hauteur.

D. Qu'est-ce que la hauteur d'un triangle ?

R. C'est la perpendiculaire abaissée du sommet sur la base ou sur son prolongement.

D. Quelle est la mesure de la surface d'un parallélogramme ?

R. C'est le produit de sa base par sa hauteur.

D. Quelle est la mesure de la surface d'un trapèze ?

R. C'est le produit de la somme des deux côtés parallèles par la moitié de leur distance perpendiculaire.

D. Comment peut-on mesurer la surface d'un polygone quelconque ?

R. On peut diviser un polygone quelconque en triangles, en tirant des diagonales qui partent toutes d'un même sommet ; il ne s'agit plus que d'évaluer la surface de chaque triangle, et d'ajouter tous les résultats partiels.

D. Quel est le rapport du diamètre à la circonférence ?

R. Le diamètre est à la circonférence comme 7 est à 22 ; c'est le rapport donné par Archimède ; mais nous suivons habituellement celui de 113 à 355, attribué à Mettius, et qui est plus exact. Le premier suffit dans les approximations.

D. Quelle est la mesure de la surface d'un cercle ?

R. C'est le produit de sa circonférence par la moitié du rayon, ou le produit du carré du rayon par le rapport $\frac{7}{22}$.

D. Quest-ce que la chaîne d'arpenteur ?

R. C'est une chaîne de 10 mètres de longueur, divisée en chaînons de 2 décimètres de longueur ; les

mètres sont indiqués sur la chaîne par des anneaux de cuivre : le milieu est reconnaissable par un anneau auquel est suspendu un morceau de laiton.

D. Qu'est-ce qu'un jalon ?

R. Un jalon est un bâton ordinairement ferré par une extrémité, et fendu par l'autre pour recevoir un morceau de papier ou de carton : les jalons servent à prendre un alignement.

D. Qu'est-ce qu'une équerre d'arpenteur ?

R. C'est un prisme droit régulier à huit pans ou un cylindre. Il est en cuivre creux, et d'environ un décimètre de hauteur ; chaque face est ouverte par une fente verticale qui sert de pinnule. Quatre pinnules, qui se coupent à angles droits, sont terminées à la partie supérieure par une fenêtre ronde qui correspond à une fente. A l'extrémité inférieure de l'équerre est une douille qui reçoit le haut du *bâton de l'équerre*.

D. Qu'est-ce que le bâton de l'équerre ?

R. Le bâton de l'équerre est un bâton d'un mètre et demi de hauteur, ferré par le bout qui entre en terre ; il se divise sur la hauteur en décimètres et centimètres ; il sert à vérifier la chaîne ou à mesurer de petites distances.

D. Qu'est-ce qu'une planchette ?

R. C'est une petite table portative, formée d'une planche bien unie, sur laquelle on fixe une feuille de papier. La planchette est soutenue par un pied à trois ou à six branches.

D. Que faut-il pour opérer avec la planchette ?

R. Il faut une alidade en cuivre, sur laquelle est gravée une échelle de proportion. Les extrémités de l'alidade sont terminées par deux pinnules. Il faut encore une *boussole* pour orienter la planchette, et un niveau pour qu'elle ne penche d'aucun côté.

D. Qu'est-ce que l'échelle d'un plan ?

R. Une échelle de plan est une ligne divisée en par-

ties égales, dont les plus petites représentent l'unité linéaire, comme le mètre ou le décimètre. Au moyen d'un compas et de son échelle, on reconnaît ce qu'une ligne sur un plan vaut de mètres sur le terrain.

D. Quelle est l'échelle la plus usitée ?

R. C'est l'échelle d'un millimètre pour mètre. Quand on relève un terrain très-étendu, on se sert de l'échelle de quatre millimètres pour un décamètre.

D. N'y a-t-il pas un moyen employé dans la pratique pour décomposer un polygone en triangles et en trapèzes ?

R. Oui : c'est de mener dans un polygone donné une directrice sur laquelle on abaisse des perpendiculaires de tous les sommets du polygone, qui se trouve ainsi partagé en triangles et en trapèzes rectangulaires.

D. Qu'est-ce qu'un graphomètre ?

R. C'est un instrument composé d'un demi-cercle de cuivre, dont le limbe est divisé en 180 degrés, avec deux alidades, l'une immobile et l'autre tournant sur le centre. Ces deux alidades sont munies, à leurs extrémités, de pinnules ou de lunettes pour observer les objets.

D. Qu'est-ce qu'un vernier.

R. C'est un arc de cercle placé à l'extrémité de l'alidade mobile du graphomètre ; il donne des fractions de degré par correspondance avec les degrés du graphomètre.

D. Comment vérifie-t-on le graphomètre ?

R. En divisant *le tour d'horizon* en un certain nombre d'angles : si la somme de ces angles est égale à 4 droits ou 360 degrés, le graphomètre est juste. On peut encore tracer un triangle sur le terrain et en mesurer les angles avec une grande précision : si la somme des trois angles est égale à deux angles droits ou à 180 degrés, on peut regarder le graphomètre comme exact.

D. A quoi sert le graphomètre ?

R. A mesurer les angles du terrain.

D. Qu'est-ce qu'un niveau d'eau?

R. C'est un instrument composé d'un tube de fer-blanc, dont les extrémités recourbées sont surmontées de deux tubes en verre. On y verse de l'eau et du vin rouge. Cette eau colorée s'élève dans les deux fioles, et le rayon visuel qui rase les deux surfaces de l'eau est horizontal, quelle que soit d'ailleurs la position de l'instrument.

D. Qu'est-ce qu'une boussole d'arpenteur?

R. C'est une boussole enfermée dans une boîte carrée, sur l'un des côtés de laquelle on applique une alidade; les pinnules de l'alidade sont dirigées du *nord* au *sud*. La boussole d'arpenteur est soutenue par un pied à trois ou à six branches.

D. La boussole donne-t-elle une grande précision dans la mesure des angles?

R. Les oscillations de l'aiguille aimantée ou la présence inaperçue des matières ferrugineuses peuvent déranger l'aiguille; cependant, avec une grande habitude, la boussole devient un bon instrument dans les mains d'un arpenteur qui sait tenir compte de ses variations.

La boussole est très-utile pour relever les plans des bâtiments.

D. Qu'entendez-vous par orienter un plan?

R. Orienter un plan, c'est le placer sur le papier de manière que le nord soit en haut, le sud en bas, l'est à droite, et l'ouest à gauche.

D. L'aiguille de la boussole se dirige-t-elle exactement vers le nord?

R. Non : elle s'en écarte d'une certaine quantité, nommée *déclinaison*. Cette déclinaison n'est pas régulière, elle varie quelquefois d'une année à l'autre. On connaît la déclinaison en traçant une méridienne ou ligne du vrai nord.

D. Comment peut-on tracer une méridienne sur le terrain ?

R. En élevant sur un terrain bien horizontal un bâton portant à son extrémité supérieure une plaque de fer percée d'un petit trou. Par ce trou on fait passer un fil à plomb. Il indiquera sur le terrain le pied d'une perpendiculaire dont le petit trou de la plaque est le sommet. A dix heures du matin, quand il fait soleil, on marque sur le terrain le point brillant au milieu de l'ombre projetée par la plaque. Du pied de la perpendiculaire indiqué par le fil à plomb, et, avec un rayon égal à la distance de cette perpendiculaire au point brillant, on décrira un arc de cercle. On observera après midi l'instant où le centre du petit trou éclairé tombera exactement sur l'arc que l'on a tracé. On marquera ce point : le milieu entre les deux points donne la méridienne ; il ne s'agit plus que de joindre par une droite le pied de la perpendiculaire et le milieu de l'arc.

D. Peut-on mesurer un terrain de plusieurs manières ?

R. On peut mesurer un terrain :

- 1° Avec la chaîne seule et les jalons ;
- 2° Avec l'équerre d'arpenteur et la chaîne ;
- 3° Avec la planchette et la chaîne ;
- 4° Avec la boussole et la chaîne ;
- 5° Avec le graphomètre et la chaîne.

D. Qu'est-ce que la cultellation ?

R. C'est une opération qui a pour but de ramener à la surface horizontale une surface inclinée à l'horizon.

D. Est-ce qu'une surface inclinée à l'horizon ne contient pas plus d'espace que la surface horizontale qui y correspond ?

R. Cela est vrai ; mais on a remarqué aussi que les terrains inclinés ne rapportent pas plus que leurs superficies horizontales. La sécheresse est plus grande

sur les terrains inclinés, la culture y est plus difficile ; c'est pour ces motifs qu'on les assimile à une surface réellement moindre.

D. A quoi sert le nivellement ?

R. Il sert beaucoup dans la construction des routes et dans la direction des cours d'eau.

D. Quand le terrain est très-inégal, que doit-on faire ?

R. Il faut donner *un coup de niveau* à tous les points élevés et enfoncés.

D. A quoi servent les bornes, et comment les reconnaît-on ?

R. Les bornes servent à limiter les propriétés ; on les reconnaît à quatre moellons que l'on enterre ordinairement au-dessous de la borne, et que l'on nomme *témoins*. Souvent au milieu des moellons se trouve une brique cassée en morceaux. Ces morceaux rapprochés doivent reproduire la brique entière. Les coutumes varient selon les localités.

D. Comment peut-on avoir la copie d'un plan ?

R. En le *piquant* ou en le *calquant*.

D. Qu'est-ce que piquer un plan ?

R. Piquer un plan, c'est le fixer sur une feuille de papier au moyen d'épingles fines, et, avec une pointe très-acérée, piquer les extrémités de toutes les lignes et tous les points remarquables du plan. Au moyen des piqûres marquées sur la feuille blanche, on met la copie au crayon ou à l'encre de Chine.

D. Qu'est-ce que calquer un plan ?

R. C'est placer un plan sur un carreau de vitre, le couvrir d'une feuille de papier blanc, et suivre avec un crayon ou une plume tous les traits du plan. On a des châssis disposés pour ce travail, et même des tables construites exprès.

D. Comment peut-on doubler l'étendue d'un plan ?

R. On enveloppe le plan proposé d'un carré, et l'on

tire dans ce carré une diagonale qui est le côté du carré double.

Ensuite on divise les deux carrés en un même nombre déterminé de petits carrés, et il ne reste plus qu'à copier dans les petits carrés doubles ce qui est contenu dans les carrés simples correspondants du plan proposé. Cette manière de copier un plan s'appelle *copie par treillis*.

D. Comment doit-on doubler un plan précieux sur lequel on ne veut pas tracer de lignes?

R. Au lieu de le diviser comme ci-dessus, on couvre le plan d'un papier végétal transparent; c'est sur ce papier transparent que l'on trace le carré et que l'on opère les divisions nécessaires; on calque ensuite ce plan sur une feuille de papier.

D. Comment peut-on réduire un plan à moitié?

R. Quand le plan sera enveloppé du carré, et qu'on aura tiré une diagonale, il ne s'agira plus que de diviser la diagonale en deux parties égales; chaque moitié sera le côté du carré cherché.

D. Comment peut-on tripler l'étendue d'un plan?

R. Après avoir enveloppé le plan proposé d'un carré, on prend le côté du carré pour rayon, et l'on décrit une circonférence. On porte six fois le rayon sur la circonférence, et l'on joint les points d'intersection de deux en deux; ce qui donne un triangle équilatéral. Le côté du triangle équilatéral est le côté du carré cherché.

D. Comment peut-on décrire une circonférence avec le côté du carré pris pour rayon?

R. Comme il faudrait souvent décrire une circonférence immense, on prend la moitié, le quart ou le huitième de ce côté pour décrire une circonférence; on fait la même construction que ci-dessus, et le côté du triangle équilatéral est la moitié, le quart ou le huitième du côté du carré cherché.

D. Comment réduit-on un plan au tiers ?

R. On prend le côté du plan donné , et on construit un triangle équilatéral en décrivant des deux extrémités, avec un rayon égal au côté du plan, deux arcs de cercle dont l'intersection détermine le triangle. Sur le milieu de chacun des côtés, on élève des perpendiculaires. Leur intersection est le centre de la circonférence qui doit passer par les trois sommets du triangle équilatéral : le rayon de ce cercle est le côté du carré cherché.

D. Qu'est-ce que le lavis d'un plan ?

R. C'est l'art de représenter les objets par des couleurs de convention qui en font connaître la nature.

D. Comment éclaire-t-on un plan ?

R. On suppose que la lumière vient de gauche à droite, et que le soleil est élevé sur l'horizon d'un demi-angle droit, ou de 45 degrés.

D. Quelle est la teinte conventionnelle des terres labourables ?

R. Dans les pays entièrement cultivés, on les laisse en blanc, autrement on les lave avec une teinte pâle, composée de carmin, de gomme-gutte et d'un peu d'encre de Chine.

D. Quelle est la teinte des vignes ?

R. Elles se lavent avec un mélange léger d'encre de Chine, de carmin, de sépia et d'indigo. On dessine les petits échalas à l'encre de Chine, et on les enveloppe d'un trait en forme de serpent, qu'on lave en vert.

D. Quelle est la teinte des prés ?

R. Ils se lavent avec une teinte d'un vert gai, composé de gomme-gutte et d'un peu d'indigo.

D. Quelle est la teinte des vergers ?

R. Ils se lavent avec une teinte d'un vert très-léger, moins foncé que le précédent.

D. Quelle est la teinte des landes ?

R. Elles se lavent avec une teinte vert-olive et aurore

pâle. Le vert-olive se compose de gomme-gutte et d'indigo ; l'aurore, de gomme-gutte et de carmin.

D. Quelle est la teinte des friches ?

R. Elles se lavent avec une teinte d'un vert très-léger, et avec une teinte d'aurore affaiblie.

D. Quelle est la teinte des forêts et des bois ?

R. Ils se lavent avec une teinte jaune légèrement verte.

D. Quelle est la teinte des bruyères ?

R. Elles se lavent panachées de vert et de rose.

D. Quelle est la teinte des sables ?

R. Ils se lavent aurore.

D. Quelle est la teinte des marais ?

R. Ils se lavent vert de prairie, avec des bords bleu léger.

D. Quelle est la teinte des étangs ?

R. Ils se lavent bleu.

D. Quelle est la teinte des rivières et des ruisseaux ?

R. Ils se lavent avec une teinte d'un bleu très-léger, qui diminue jusqu'au milieu de la rivière ; pour indiquer le courant, on dessine une flèche dont le dard marque le cours de l'eau.

D. Quelle est la teinte des rochers ?

R. Les rochers se lavent avec une teinte pâle de carmin, mêlée avec une teinte d'encre de Chine.

D. Quelle est la teinte des carrières ?

R. Les carrières se lavent avec un mélange de bleu et de carmin, en indiquant les ombres.

D. Quelle est la teinte des arbres ?

R. Les arbres se dessinent en élévation, avec leur tige et leur feuillage, en cherchant à imiter la nature des arbres : car il faut que l'œil distingue tout de suite un peuplier d'un chêne ou d'un arbre fruitier.

D. Comment représente-t-on les fossés ?

R. Les fossés se représentent par deux lignes parallèles.

D. Que doit-on observer à l'égard des terres labourées ?

R. C'est d'indiquer les sillons à l'encre de Chine.

D. Comment dessine-t-on les bâtiments ?

R. On met le plan des bâtiments à l'encre rouge, et on marque l'ombre avec un trait de carmin. La surface de chaque bâtiment s'indique par une teinte plate et pâle de carmin.

D. Comment dessine-t-on les jardins d'agrément ?

R. On indique les compartiments, on laisse les allées en blanc, et on donne aux objets leurs couleurs naturelles, autant qu'il est possible.

D. Quest-ce qu'un cube ?

R. C'est un corps dont les six faces sont des carrés égaux.

D. Comment mesure-t-on le volume d'un cube ?

R. En multipliant deux fois par lui-même un côté du cube.

D. Qu'elle est la valeur d'un cube dont le côté est un décimètre ?

R. Un décimètre cube, ou 1000 centimètres cubes.

D. Qu'est-ce qu'un parallépipède rectangle ?

R. C'est un corps dont les six faces sont des rectangles.

D. Comment mesure-t-on le volume d'un parallépipède rectangle ?

R. En multipliant les trois arêtes qui forment un des angles solides.

D. Comment mesure-t-on le volume de bon bois qui se trouve dans un arbre couvert encore de son écorce et de son aubier ?

R. On mesure les circonférences extérieures avec une chaîne, on les ajoute et on prend le dixième.

On élève ce dixième au carré, et on le multiplie par la longueur de la pièce de bois. C'est le mesurage employé dans l'artillerie.

D. Qu'est-ce qu'un prisme ?

R. C'est un corps dont les bases opposées sont des polygones égaux, et dont les faces latérales sont des parallélogrammes.

D. Comment mesure-t-on le volume d'un prisme ?

R. En multipliant la surface de sa base par sa hauteur, c'est-à-dire par une perpendiculaire abaissée de la base supérieure sur la base inférieure, ou sur son prolongement.

D. Comment mesure-t-on la base d'un prisme ?

R. La base étant un polygone, on la divise en triangles, et on suit la marche indiquée (50 ou 64).

D. Qu'est-ce qu'une pyramide ?

R. Une pyramide est un corps dont la base est un polygone, et dont toutes les faces sont des triangles ayant leurs sommets réunis en un même point, qui est le sommet de la pyramide.

D. Comment mesure-t-on le volume d'une pyramide ?

R. En multipliant la surface de la base par le tiers de la hauteur ; la base, étant un polygone, se mesure comme les polygones.

D. Comment mesure-t-on le volume des matériaux durs employés dans la construction ?

R. On les dispose ordinairement en parallélipipèdes rectangles, qui se mesurent comme nous avons vu plus haut.

D. Comment mesure-t-on la surface d'un cercle ?

R. En multipliant le rayon par lui-même et ensuite par la fraction $\frac{355}{113}$, ou par la fraction $\frac{22}{7}$.

D. Qu'est-ce qu'un cylindre droit ?

R. C'est un corps rond analogue au prisme, dont les bases opposées sont des cercles égaux. Le cylindre est droit quand la ligne qui joint les centres des cercles est perpendiculaire sur la base.

D. Comment mesure-t-on le volume d'un cylindre ?

R. En multipliant la surface de la base par la hauteur.

D. Qu'est-ce qu'un cône?

R. Le cône est un corps rond analogue à une pyramide, et dont la base est un cercle.

D. Comment mesure-t-on le volume d'un cône?

R. En multipliant la surface de la base par le tiers de la hauteur.

D. Qu'est-ce qu'un cône tronqué?

R. C'est un cône dont on a retranché la partie supérieure parallèlement à la base.

D. Comment mesure-t-on le volume d'un cône tronqué?

R. On ajoute les rayons des deux bases, on carre leur somme, on en retranche le produit des deux rayons, on multiplie le reste par le tiers de sa hauteur, et le tout par la fraction $\frac{355}{113}$.

D. Comment mesure-t-on le volume d'un tonneau?

R. On peut considérer un tonneau comme formé de deux cônes tronqués réunis par leur base la plus grande. On cherche le cône tronqué dont la base la plus grande doit être au milieu de la bonde, et en le doublant on obtient un volume qui ne diffère pas sensiblement de celui du tonneau.

D. Qu'est-ce que la sphère?

R. La sphère est un corps rond dont tous les points de la surface sont à égale distance du centre.

D. Comment mesure-t-on le volume d'une sphère?

R. En multipliant le rayon par lui-même et le produit encore par le rayon, et ce dernier produit par la fraction $\frac{1420}{338}$, c'est-à-dire par les $\frac{4}{3}$ de la fraction $\frac{355}{113}$.

D. Comment considère-t-on les pièces de bois en construction dans les arsenaux de marine?

R. Comme des parallépipèdes rectangles, ou comme des cylindres.

D. Ces pièces de bois sont-elles réellement des parallépipèdes rectangles ou des cylindres?

R. Non, certainement : car, les arbres étant plus forts à leur pied qu'à la naissance des branches, les pièces de bois sont ordinairement plus grosses d'un bout que de l'autre.

D. Comment peut-on alors les considérer?

R. Comme des pyramides quadrangulaires tronquées et des cônes tronqués.

D. Comment les mesure-t-on?

R. En prenant la mesure du diamètre au milieu de la pièce; la base, se trouvant alors une moyenne entre les deux extrémités, donne, quand elle est multipliée par la longueur, une mesure qui ne s'éloigne pas sensiblement de la véritable.

D. Comment trouver exactement la mesure d'une pièce de bois équarrie?

R. On la considère comme une pyramide quadrangulaire tronquée.

Pour trouver le volume, il faut d'abord obtenir les superficies du gros et du petit bout. On sait que, pour avoir la superficie de chaque bout, il suffit de multiplier la hauteur par la largeur. On multiplie les deux superficies entre elles, et la racine carrée du produit donne la superficie du plan moyen. On ajoute les superficies du gros et du petit bout, et celle du plan moyen, et on multiplie la somme par le tiers de la longueur de la pièce de bois.

D. Comment trouve-t-on par le calcul le plus grand équarrissage d'un arbre?

R. On mesure le diamètre du milieu de l'arbre, on retranche 10 millimètres pour l'écorce et l'aubier, on carre ce diamètre, on prend la moitié : la racine carrée de cette moitié est le côté du plus grand carré que puisse donner l'arbre équarri à vive arête.

D. Qu'entend-on par équarrir à vive arête?

R. C'est lorsqu'il ne reste sur l'arête ni écorce ni aubier, et qu'elle est en plein bois dans toute sa longueur.

D. Comment trouve-t-on, dans la pratique, le plus grand équarrissage d'un arbre?

R. On suppose la pièce de bois sciée et placée en chantier; on trace un cercle aux deux bouts, mais en dedans de l'aubier. On tire un diamètre de niveau et un autre vertical avec le fil à plomb. Les quatre extrémités des deux diamètres donnent quatre points qu'il faut unir par des droites. Ces droites sont chacune le côté du plus grand carré que puisse donner un arbre.

D. Comment trouve-t-on par le calcul la pièce la plus résistante que l'on puisse tirer d'un arbre?

R. On mesure le diamètre du milieu de l'arbre, on le carre, et on prend le tiers : la racine carrée de ce tiers est le plus petit côté de la pièce; la racine carrée des deux tiers du carré du diamètre est le plus grand côté.

D. Comment trouve-t-on, dans la pratique, l'équarrissage le plus résistant possible?

R. On trace un cercle à chaque extrémité et en dedans de l'aubier; on tire ensuite un diamètre horizontal au niveau; on divise ce diamètre en trois parties égales, ce qui donne deux points de révision; de ces deux points on élève sur l'un et on abaisse de l'autre deux verticales. Les points de rencontre de ces verticales avec la circonférence et les deux extrémités du diamètre donnent les quatre points des arêtes : si on les joint par des lignes droites, on trouvera le plus grand côté et le plus petit.

D. Comment trouve-t-on la solidité d'une pièce de bois rond?

R. On mesure la circonférence du milieu de l'arbre, on cherche la superficie du cercle, et on la multiplie par la longueur.

D. Comment trouve-t-on la superficie ?

R. Si l'on connaît la circonférence, on la multiplie par le quart du diamètre.

Si on a le diamètre, on le multiplie par 355, on divise le produit par 113, et on multiplie le quotient par le quart du diamètre.

D. Comment trouve-t-on le cube exact d'un bois rond ?

R. On le considère comme un cône tronqué qui aurait pour base inférieure le cercle du gros bout, pour base supérieure le cercle du petit bout, et pour hauteur la longueur de la pièce. Pour avoir le cube de ce cône tronqué, il faudrait chercher la superficie des deux bases, et y ajouter la superficie d'une base moyenne géométrique que l'on obtient en multipliant les superficies des deux bases et en extrayant la racine carrée du produit ; il ne reste plus qu'à multiplier la somme des trois superficies par le tiers de la longueur totale.

D. Qu'est-ce que *débiter un arbre à la scie* ?

R. C'est scier un arbre dans le sens de la longueur.

D. Tire-t-on autant de planches que l'on donne de traits de scie ?

R. Le nombre des planches, ou *bordages*, qui résultent du sciage excède toujours d'un le nombre des traits de scie.

D. Qu'est-ce que *carrer le sciage* ?

R. C'est chercher combien les superficies contiennent de décimètres carrés.

D. Comment *carre-t-on le sciage d'un peuplier* ?

R. On ajoute les largeurs des planches et celle d'une *croûte*. (On appelle *croûtes* les planches qui tiennent à l'écorce). On multiplie cette somme par la longueur de la pièce.

D. Quand on connaît le diamètre d'un peuplier, comment peut-on savoir combien on obtiendra de bordages d'une certaine épaisseur ?

R. Il suffit de savoir que chaque trait de scie emporte environ six millimètres de bois; on retranche du diamètre l'épaisseur qu'on veut donner aux croûtes, et on divise le reste par l'épaisseur du bordage, augmentée du jeu de la scie ou de six millimètres : le quotient donnera le nombre de traits de scie.

FIN DU TRAITÉ D'ARPENTAGE.

TABLES

DE

CONVERSION DES ARPENTS EN HECTARES

ET RÉCIPROQUEMENT.

Pendant longtemps encore, des tables de conversion seront indispensables : nous les avons rejetées comme notes à la fin de ce *Traité élémentaire d'Arpentage*.

PREMIÈRE TABLE.

Pour réduire les lignes, pouces, pieds et toises, en mètres et fractions du mètre.

Lignes.	Mètres.	Pouces.	Mètres.	Pieds.	Mètres.	Toises.	Mètres.
1	0.0022	1	0.0270	1	0.3248	1	1.949
2	0.0045	2	0.0541	2	0.6496	2	3.898
3	0.0067	3	0.0812	3	0.9745	3	5.847
4	0.0090	4	0.1082	4	1.2990	4	7.796
5	0.0112	5	0.1353	5	1.6240	5	9.745
6	0.0135	6	0.1624	6	1.9490	6	11.690
7	0.0157	7	0.1895	7	2.2740	7	13.640
8	0.0180	8	0.2165	8	2.5980	8	15.590
9	0.0203	9	0.2436	9	2.9230	9	17.540
10	0.0225	10	0.2707	10	3.2480	10	19.490
11	0.0247	11	0.2977	11	3.5730	11	21.440
12	0.0270	12	0.3248	12	3.8970	12	23.390

DEUXIÈME TABLE.

Pour réduire les mètres en lignes, pouces, pieds et toises.

Mètres.	Lignes.	Mètres.	Pouces.	Mètres.	Pieds.	Mètres.	Toises.
1	443.3	1	36.94	1	3.078	1	0.5130
2	886.6	2	73.88	2	6.156	2	1.0260
3	1330.0	3	110.80	3	9.235	3	1.5390
4	1773.0	4	147.80	4	12.310	4	2.0520
5	2216.0	5	184.70	5	15.390	5	2.5650
6	2659.0	6	221.60	6	18.470	6	3.0780
7	3103.0	7	258.60	7	21.540	7	3.5920
8	3546.0	8	295.60	8	24.620	8	4.1050
9	3989.0	9	332.50	9	27.700	9	4.6180
10	4433.0	10	369.40	10	30.780	10	5.1310

TROISIÈME TABLE.

Pour réduire les lieues terrestres en kilomètres, et les kilomètres en lieues terrestres.

Lieues terrestres.	Kilomètres.	Kilomètres.	Lieues terrestres.
1	4.444	1	0.225
2	8.888	2	0.450
3	13.333	3	0.675
4	17.777	4	0.900
5	22.222	5	1.125
6	26.666	6	1.35
7	31.111	7	1.57
8	35.555	8	1.800
9	40.000	9	2.025
10	44.444	10	2.250

QUATRIÈME TABLE.

Pour réduire les lignes, pouces, pieds et toises carrés en mètres carrés et fractions du mètre carré.

Lignes carrés.	MÈTRES carrés.	Pouces carrés.	MÈTRES carrés.	Pieds carrés.	MÈTRES carrés.	Toises carrés.	MÈTRES carrés.
1	0.0000050	1	0.0007327	1	0.1055	1	3.799
2	0.0000101	2	0.0014660	2	0.2110	2	7.597
3	0.0000152	3	0.0021980	3	0.3165	3	11.400
4	0.0000203	4	0.0029310	4	0.4220	4	15.190
5	0.0000254	5	0.0036640	5	0.5276	5	18.990
6	0.0000305	6	0.0043970	6	0.6331	6	22.790
7	0.0000356	7	0.0051290	7	0.7386	7	26.590
8	0.0000407	8	0.0058620	8	0.8441	8	30.390
9	0.0000458	9	0.0065950	9	0.9490	9	34.190
10	0.0000508	10	0.0073280	10	1.0550	10	37.990
11	0.0000558	11	0.0080610	11	1.1605	11	41.790
12	0.0000609	12	0.0087930	12	1.2660	12	45.590

CINQUIÈME TABLE.

Pour réduire les mètres carrés et les fractions de mètre carré en lignes, pouces, pieds et toises carrés.

Mètres carrés.	LIGNES carrés.	Mètres carrés.	POUCES carrés.	Mètres carrés.	PIEDS carrés.	Mètres carrés.	TOISES carrés.
1	196500	1	1394.00	1	9.477	1	0.2632
2	393000	2	2729.00	2	18.950	2	0.5265
3	589500	3	4093.00	3	28.430	3	0.7897
4	786000	4	5458.00	4	37.900	4	1.0530
5	982500	5	6823.00	5	47.380	5	1.3160
6	1179000	6	8187.00	6	56.860	6	1.5790
7	1376000	7	9552.00	7	66.340	7	1.8430
8	1572000	8	10920.00	8	75.810	8	2.1060
9	1769000	9	12280.00	9	85.290	9	2.3690
10	1965000	10	13650.00	10	94.770	10	2.6320

SIXIÈME TABLE.

Pour réduire les lignes, pouces, pieds et toises cubes en mètres cubes et fractions du mètre cube.

Lignes cubes.	MÈTRES cubes.	Pouces cubes.	MÈTRES cubes.	Pieds cubes.	MÈTRES cubes.	Toises cubes.	MÈTRES cubes.
1	0.00000001148	1	0.000019840	1	0.03428	1	7.404
2	0.00000002296	2	0.000039670	2	0.06855	2	14.810
3	0.00000003444	3	0.000059500	3	0.10280	3	22.210
4	0.00000004592	4	0.000079350	4	0.13710	4	29.620
5	0.00000005740	5	0.000099180	5	0.17140	5	37.020
6	0.00000006888	6	0.000119000	6	0.20570	6	44.420
7	0.00000008036	7	0.000138860	7	0.24000	7	51.830
8	0.00000009184	8	0.000158700	8	0.27420	8	59.230
9	0.00000010330	9	0.000178500	9	0.30850	9	66.640
10	0.00000011480	10	0.000198300	10	0.34280	10	74.040

SEPTIÈME TABLE.

Pour réduire les mètres cubes et les fractions de mètre cube en toises, pieds, pouces et lignes cubes.

Mètres cubes.	LIGNES cubes.	Mètres cubes.	POUCES cubes.	Mètres cubes.	PIEDS cubes.	Mètres cubes.	TOISES cubes.
1	87110000	1	50410	1	29.17	1	0.1351
2	174200000	2	100800	2	58.34	2	0.2702
3	261300000	3	151200	3	87.52	3	0.4052
4	348400000	4	201600	4	116.70	4	0.5420
5	435500000	5	252100	5	145.90	5	0.6753
6	522700000	6	302500	6	175.00	6	0.8100
7	609800000	7	353000	7	204.20	7	0.9454
8	696900000	8	403300	8	233.40	8	1.0800
9	784000000	9	453700	9	262.60	9	1.2150
10	871100000	10	504100	10	291.70	10	1.3510

HUITIÈME TABLE.

*Pour réduire les hectares et ares en arpents et perches
de 18 pieds.*

[Cat arpent était l'arpent de Paris; la perche carrée valait $18 \times 18 = 324$ pieds carrés.]

Hectares.	Arpents.	Ares.	Arpents.	Centiares.	Arpents.
1	2.925	1	0.0292	1	0.00029
2	5.849	2	0.0584	2	0.00058
3	8.774	3	0.0877	3	0.00087
4	11.700	4	0.1169	4	0.00116
5	14.620	5	0.1462	5	0.00146
6	17.550	6	0.1754	6	0.00175
7	20.470	7	0.2047	7	0.00204
8	23.400	8	0.2339	8	0.00233
9	26.320	9	0.2632	9	0.00262
10	29.250	10	0.2925	10	0.00292

NEUVIÈME TABLE.

*Pour réduire les hectares et ares en arpents et perches
de 20 pieds.*

[La perche carrée vaut $20 \times 20 = 400$ pieds carrés.]

Hectares.	Arpents.	Ares.	Arpents.	Centiares.	Arpents.
1	2.369	1	0.02369	1	0.00023
2	4.738	2	0.04738	2	0.00047
3	7.107	3	0.07108	3	0.00071
4	9.476	4	0.09476	4	0.00094
5	11.840	5	0.11840	5	0.00118
6	14.210	6	0.14210	6	0.00142
7	16.580	7	0.16580	7	0.00165
8	18.950	8	0.18950	8	0.00189
9	21.320	9	0.21320	9	0.00213
10	23.680	10	0.23690	10	0.00236

DIXIÈME TABLE.

*Pour réduire les hectares et ares en arpents et perches
de 22 pieds.*

[La perche carrée vaut $22 \times 22 = 484$ pieds carrés.]

Hectares.	Arpents.	Ares.	Arpents.	Centiares.	Arpents.
1	1.9580	1	0.01958	1	0.00019
2	3.9160	2	0.03916	2	0.00039
3	5.8740	3	0.05874	3	0.00058
4	7.8320	4	0.07832	4	0.00078
5	9.7900	5	0.09790	5	0.00097
6	11.7500	6	0.11710	6	0.00117
7	13.7100	7	0.13710	7	0.00137
8	15.6600	8	0.15660	8	0.00156
9	17.6200	9	0.17620	9	0.00176
10	19.5800	10	0.19580	10	0.00196

ONZIÈME TABLE.

*Pour réduire les hectares et ares en arpents et perches
de 24 pieds.*

[La perche carrée vaut $24 \times 24 = 576$ pieds carrés.]

Hectares.	Arpents.	Ares.	Arpents.	Centiares.	Arpents.
1	1.645	1	0.01645	1	0.00016
2	3.209	2	0.03290	2	0.00032
3	4.935	3	0.04935	3	0.00049
4	6.581	4	0.06580	4	0.00065
5	8.226	5	0.08226	5	0.00082
6	9.871	6	0.09871	6	0.00098
7	11.520	7	0.11520	7	0.00115
8	13.160	8	0.13160	8	0.00131
9	14.810	9	0.14810	9	0.00148
10	16.450	10	0.16450	10	0.00164

DOUZIÈME TABLE.

*Pour réduire les arpents et perches de 18 pieds en hectares,
ares et centiares.*

Arpents.	Hectares.	Arpents.	Ares.	Arpents.	Centiares.
1	0.3419	1	34.19	1	3419
2	0.6839	2	68.38	2	6838
3	1.0250	3	102.50	3	10250
4	1.3670	4	136.70	4	13670
5	1.7090	5	170.90	5	17090
6	2.0510	6	205.10	6	20510
7	2.3930	7	239.30	7	23930
8	2.7350	8	273.50	8	27350
9	3.0770	9	307.70	9	30770
10	3.4190	10	341.90	10	34190

TREIZIÈME TABLE.

*Pour réduire les arpents et perches de 20 pieds en hectares,
ares et centiares.*

Arpents.	Hectares.	Arpents.	Ares.	Arpents.	Centiares.
1	0.4221	1	42.21	1	4231
2	0.8442	2	84.42	2	8442
3	1.2660	3	126.60	3	12660
4	1.6880	4	168.80	4	16880
5	2.1100	5	211.00	5	21100
6	2.5320	6	253.20	6	25320
7	2.9550	7	295.50	7	29550
8	3.3770	8	337.70	8	33770
9	3.7990	9	379.90	9	37990
10	4.2210	10	422.10	10	42210

QUATORZIÈME TABLE.

Pour réduire les arpents et perches de 22 pieds en hectares, ares et centiares.

Arpents.	Hectares.	Arpents.	Ares.	Arpents.	Centiares.
1	0.5107	1	51.07	1	5107
2	1.0210	2	102.10	2	10210
3	1.5320	3	153.20	3	15320
4	2.0430	4	204.30	4	20430
5	2.5540	5	255.40	5	25540
6	3.0640	6	306.40	6	30640
7	3.5760	7	357.60	7	35760
8	4.0860	8	408.60	8	40860
9	4.5960	9	459.60	9	45960
10	5.1070	10	510.70	10	51070

QUINZIÈME TABLE.

Pour réduire les arpents et perches de 24 pieds en hectares, ares et centiares.

Arpents.	Hectares.	Arpents.	Ares.	Arpents.	Centiares.
1	0.607	1	60.78	1	6078
2	1.216	2	121.60	2	12160
3	1.823	3	182.30	3	18230
4	2.431	4	243.10	4	24310
5	3.039	5	303.90	5	30390
6	3.647	6	364.70	6	36470
7	4.255	7	425.50	7	42550
8	4.862	8	486.20	8	48620
9	5.470	9	547.00	9	54700
10	6.078	10	607.80	10	60780

Manière de se servir des tables.**Premier exemple.**

On sait qu'une terrasse a été évaluée sur un ancien plan à 23 l. 4 p. 18 po. 11 l. de longueur. On demande ce qu'elle aurait de longueur en mètres et subdivisions du mètre.

Je prends la première table, et j'y cherche 2 toises : je trouve 3.8980.

Pour 20 toises, j'aurai donc.....	38 ^m 980
Pour 3 toises.....	5 847
Pour 4 pieds.....	1 299
Pour 10 pouces.....	0 2207
Pour 11 lignes.....	0 0247
	46 ^m 3714

La longueur de la terrasse est de 46^m.37.

Pour des longueurs un peu considérables, les centimètres suffisent : on n'emploie les millimètres que pour mesurer une petite étendue.

Deuxième exemple.

Soit à convertir 937 arpents 43 perches de 24 pieds, en hectares, ares et centiares.

Nous commençons par réduire 43 perches en fractions décimales d'arpent. Puisque l'arpent contient 100 perches carrées, 937 arpents et 43 perches peuvent s'exprimer par 937 arpents 43 centièmes.

La réduction s'opérera au moyen de la 15^e table, où la perche a 24 pieds.

937 se décompose

en 900
30
7

Pour 900, je cherche 9, que je multiplie par 100 en avançant le point de deux rangs vers la droite.

Pour 900.....	547 ^h 0
Pour 30.....	18 23
Pour 7.....	4 255
Pour 4 dixièmes.....	0 2431
Pour 3 centièmes.....	0 0182
	569 ^h 7463

Ainsi donc, 937 arpents 43 perches de 24 pieds valent 569 hectares 74 ares 63 centiares.

Troisième exemple.

Un champ a 7 setiers et 56 perches; on demande quelle est sa contenance en nouvelles mesures.

Le setier contenait 80 perches carrées, à 22 pieds la perche; voici la marche à suivre :

On réduit les perches en fractions décimales de setier. Puisqu'il y a 80 perches dans le setier, la perche est la quatre-vingtième partie du setier : 56 perches seront les $\frac{56}{80}$ du setier. Il ne s'agit plus que de réduire $\frac{56}{80}$ en décimales [7].

$$\begin{array}{r} 560 \overline{) 80} \\ 0.7 \end{array}$$

7 setiers et 56 perches sont donc la même chose que 7 setiers 7 dixièmes.

Il faut encore réduire les setiers en arpents.

Le setier contient 80 perches carrées; l'arpent contient 100 perches carrées : le setier est donc à l'arpent comme 80 est à 100.

J'établirai donc cette proportion :

$$100 : 80 :: 7.7 : x = \frac{7.7 \times 80}{100} = 6 \text{ arp. } 16.$$

Je cherche dans la 14^e table, et je trouve :

Pour 6 arpents.....	2 ^h 0640
Pour 1 dixième.....	0 05107
Pour 6 centièmes.....	0 03064
	3 ^h 14571

Donc 7 setiers 56 perches valent 3 hectares 14 ares 57 centiares.

Dans la table on ne trouve pas 1 dixième, mais on trouve pour un arpent 0 h. 5107; on en prend le dixième en reculant le point d'un rang vers la gauche, ce qui donne 0 h. 05107.

Pour 6 centièmes, on prend dans la table 6 arpents, et l'on trouve 3 h. 0640; on en obtient le centième en reculant le point de deux rangs vers la gauche, ce qui donne 0 h. 03064.

Quatrième exemple.

Convertir 231 hectares 13 ares 29 centiares en arpents et perches de 18 pieds.

Je cherche dans la 8^e table, qui se rapporte à la question, puisque l'arpent est divisé en perches de 18 pieds.

Pour 200 hectares, je trouve....	584 ^{arp.} 90
Pour 30.....	87 74
Pour 1.....	2 925
Pour 10 ares.....	0 292
Pour 3.....	0 0877
Pour 20 centiares.....	0 0058
Pour 9.....	0 00262
	675 ^{arp.} 95312

Ainsi 231 hectares 13 ares 29 centiares valent 675 arpents 95 perches, à 18 pieds la perche.

Nous n'en dirons pas davantage sur l'emploi des tables; les quatre exemples ci-dessus sont suffisants pour guider dans tous les cas analogues.

2
3
4
5
6
7
8

MATÉRIEL D'ARPENTAGE

POUR LES ÉCOLES

En vente chez MM. L. Hachette et C^{ie}, rue Pierre-Sarrazin, 14,
à Paris.

Décamètres.

Décamètre (chaines et fiches), n° 1.....	fr. c. 2 50
Décamètre <i>idem</i> , n° 2.....	3 »
Décamètre <i>idem</i> , n° 3.....	3 50
Les mêmes, avec anneaux soudés, en plus.....	1 »
Double décamètre, n° 2.....	6 »
Double décamètre, n° 3.....	7 »
Doublette à ruban, de 10 mètres.....	1 »
Roulette <i>idem</i> , de 20 mètres.....	1 75
Cordeau de 40 mètres pour tracer l'arc.....	5 50

Échelles de réduction, en bois.

Échelle à 2 divisions (1000 et 2000).....	1 »
Échelle à 2 divisions (1250 et 2500).....	1 »
Échelle à 4 divisions (1000, 2000, 5000 et 10 000).....	2 »
Échelle à 4 divisions (1250, 2500, 5000 et 10 000).....	2 »

Échelles de réduction, en cuivre.

Échelle à 2 divisions (1000 et 2000).....	2 »
Échelle à 2 divisions (1250 et 2500).....	2 »
Échelle à 4 divisions (1000, 2000, 5000 et 10 000).....	3 »
Échelle à 4 divisions (1250, 2500, 5000 et 10 000).....	3 »

Équerres d'arpenteur.

Équerre n° 1, octogone à fenêtres avec étui.....	4 »
Équerre n° 2, <i>idem</i>	5 25
Équerre n° 3, <i>idem</i>	6 50
Les mêmes, à fentes, en moins.....	2 25
Équerre n° 3, cylindrique à fenêtres, douille à rotation.....	8 »
Équerre n° 2, à boussole, boîte en noyer.....	12 »
Équerre n° 3, <i>idem</i>	14 »

	fr.	c.
Équerre-graphomètre dit ^e goniomètre, n° 4.....	23	»
Équerre-graphomètre <i>idem</i> , n° 2.....	26	»
Équerre-graphomètre <i>idem</i> , n° 4, à boussole.....	28	»
Équerre-graphomètre <i>idem</i> , n° 2, <i>idem</i>	32	»
Équerre-graphomètre, avec boussole et genou.....	45	»
Équerre-graphomètre n° 2, avec lunette plongeante, niveau, boussole et genou à mouvement.....	70	»
Équerre à réflexion, à manche.....	20	»
Équerre à réflexion, à tabatière.....	24	»
Douille à mouvement, pour équerre, en plus.....	2	»

Boussoles-déclinatoires.

Déclinatoire en bois, de 46 centimètres.....	45	»
Déclinatoire <i>idem</i> , de 49 centimètres.....	48	»
Déclinatoire <i>idem</i> , de 22 centimètres.....	20	»

Boussoles d'arpenteur.

Boussole carrée de 46 centimètres, en bois de noyer, à genou et visière, fond de cuivre divisé par demi-degrés, agate à l'aiguille.....	30	»
Boussole carrée, en bois de noyer, <i>idem</i> , de 49 centimètres.....	35	»
Boussole carrée, en bois, à genou <i>idem</i> , de 20 centimètres.....	40	»
Boussole à lunette.....	60	»
Boussole à lunette et 2 niveaux.....	80	»
Boussole de poche, forme de montre, en cuivre, de 45 millimètres de diamètre.....	4	»
Boussole de poche, forme de montre, en cuivre, avec chape d'agate.....	5	»

Graphomètres (demi-cercles).

Graphomètre de 46 cent.	sans boussole, boîte en noyer.....	28	»
	avec boussole, <i>idem</i>	33	»
Graphomètre de 49 cent.	sans boussole, <i>idem</i>	35	»
	avec boussole, <i>idem</i>	40	»
Graphomètre de 22 cent.	sans boussole, <i>idem</i>	40	»
	avec boussole, <i>idem</i>	47	»
Graphomètre de 25 cent.	sans boussole, <i>idem</i>	45	»
	avec boussole, <i>idem</i>	55	»
Graphomètre de 22 centimètres, à boussole et lunette.....		75	»

Niveaux-cercles.

Niveau-cercle de Lenoir, 1 ^{re} construction, niveau, triangle, vis à caler, à 1 lunette.....	400	»
Niveau-cercle <i>idem</i> , 2 ^e construction, à 2 lunettes.....	260	»
Niveau-cercle <i>idem</i> , 3 ^e construction, à 2 lunettes, vis de rappel et arc de cercle pour mesurer les pentes.....	260	»

Cercles.

fr. c.

Cercle de 16 centimètres, à lunette plongeante, niveau et genou à mouvement	100	»
Cercle de 19 centimètres, <i>idem</i> , <i>idem</i>	120	»
Cercle de 22 centimètres, <i>idem</i> , <i>idem</i>	130	»

Planchettes à genou.

Planchette n° 1, huitième de grand aigle, de 38 centimètres sur 28 centimètres	14	»
Planchette n° 2, quart grand aigle, 57-38	16	»
Planchette n° 3, demi-grand aigle, 73-57	20	»
Planchette avec rouleau, en plus	10	»
Planchette à la Cugneau, à double mouvement de charnière	90	»

Alidades.

Alidade à pinnules, de 45 centimètres	22	»
Alidade <i>idem</i> , de 50 centimètres	24	»
Alidade <i>idem</i> , de 55 centimètres	28	»
Alidade à lunette de 55 centimètres	50	»
Alidade en bois	3	»

Niveaux.

Niveaux à bulle d'air	de 41 centimètres, avec étui	2	50
	de 44 centimètres, <i>idem</i>	3	»
	de 46 centimètres, <i>idem</i>	3	50
	de 22 centimètres, <i>idem</i>	4	50
	de 27 centimètres, <i>idem</i>	5	50
	de 32 centimètres, <i>idem</i>	6	50
Niveau d'eau en fer-blanc, se démontant	5	»	
Niveau d'eau en cuivre, se démontant, à viroles mobiles	35	»	
Niveau à pinnules et à genou	40	»	
Niveau à lunette et à genou	70	»	
Niveau de pente de Chézy	400	»	
Niveau d'Égault, à plateau	400	»	

Mires.

Mire de 2 mètres, simple, sans coulisse	14	»
Mire à coulisse, développant 4 mètres	24	»
Mire parlante, <i>idem</i>	35	»
Nivelettes (trois)	6	»

Jalons et pieds.

Jalon à douille de fer (pied d'équerre)	2	»
Jalon de 2 mètres peint blanc et rouge	4	50
Pied à trois branches, en bois de charme	4	»
Pied à trois branches, en bois de chêne ciré	5	»
Pied à six branches	20	»

Boîtes de mathématiques à compas brevetés (s. g. d. g.).

Acajou. Palissandre.

Boîte de 11 c. à 10 pièces (2 compas).....	4 »	4 25
Boîte de 11 c. à 12 pièces (3 compas) dont un balustre changeant.....	6 »	6 25
Boîte de 14 c. à 10 pièces (2 compas).....	4 75	5 »
Boîte de 14 c. à 12 pièces (3 compas), dont un balustre changeant.....	6 50	6 75
Boîte de 16 c. à 10 pièces (2 compas).....	5 50	5 75
Boîte de 16 c. à 13 pièces (3 compas).....	7 50	7 75
Boîte de 16 c. à 16 pièces (4 compas), dont un balustre changeant (dite École polytechnique).....	» »	10 »
Boîte de 16 c., à serrure, à 4 compas, pointes à aiguilles, 2 tire-lignes manche ivoire, pièces fines, règle divisée, équerre, etc...		19 »
Boîte de 16 c., à serrure, double fond, 5 compas, pointes à aiguilles, vis dans les brisures, etc., etc.....		23 »
Boîte de poche, dite d'ingénieur, de.....	25 à	50 »

Papiers pour cartes et plans.

Papier blanc vergé, format raisin, la main.....	2 20
Papier blanc vélin, de Blacons, pour lavis, <i>idem</i>	2 50
Papier végétal, format raisin, <i>idem</i>	4 »
Papier végétal, le rouleau de 10 mètres.....	4 50
Toile à calquer, le mètre.....	2 20
Papier dioptrique, blanc ou azuré, en rouleau de 1 mètre 40 centimètres de large sur 10 mètres de long.....	4 »
Papier blanc surfin, en rouleau de 1 mètre 40 centimètres de large sur 9 mètres de long.....	3 »
Papier blanc superfin, en rouleau de 1 mètre 40 centimètres de large sur 9 mètres de long.....	4 »
Papier quadrillé, à l'échelle d'un millième, en rouleau de 75 centimètres de large, sur 9 mètres de long.....	5 50
Papier <i>idem</i> , <i>idem</i> , en main, Jésus vélin superfin, la main de 25 feuilles.....	11 »

Objets divers.

Gomme élastique anglaise, le morceau.....	» 10
Couleur fine, le gros pain.....	» 30
Crayons de Walter, pour lignes, la douzaine.....	1 25
Encre de Chine véritable, le petit bâton.....	» 50
Pinceaux pour lavis (plume de cygne), la pièce.....	15, 20 et » 30
Godets en porcelaine, de 33 à 75 millimètres.....	40, 45 et » 20
Colle à bouche parfumée, le morceau.....	» 10
Règle fine de 60 centimètres.....	» 25
Équerre à 45 degrés, de 12 centimètres.....	» 15
Équerre <i>idem</i> , de 16 centimètres.....	» 25

Objets divers (suite).

fr. c.

Équerre à 45 degrés, de 46 centimètres, la pièce.....	» 45
Équerre allongée de 30 centimètres, <i>idem</i>	» 20
Curvigraphe, dit pistolet, <i>idem</i>	» 40
Planchette pour le lavis, de 50 centimètres.....	4 75
Planchette <i>idem</i> , de 60 centimètres.....	2 »
Double décimètre triangulaire en bois, avec bouton.....	» 40
Centre en corne, avec points d'acier.....	» 40
Clous à papier ou punaises, la douzaine.....	» 35
Roulette pour ponctuer.....	2 »
Fil à plomb ordinaire.....	» 50
Fil à plomb se dévissant.....	3 50
Règle en ébène pour tracer des lignes parallèles.....	42 »
Règle à calcul de M. Léon Lalanne, à enveloppe de verre dans un étui.....	2 25
L'instruction pour la règle, 4 volume in-42 broché.....	4 50
Mètre en canne, bois ordinaire.....	4 25
Mètre en canne, bois d'ébène.....	4 »
Pantographe en ébène, de 55 centim., avec les boîtes en cuivre... 50 »	50 »

Collection d'instruments d'arpentage.

On est quelquefois embarrassé dans le choix des instruments d'arpentage. Voici des renseignements propres à guider MM. les professeurs et chefs d'institution qui voudraient faire connaître à leurs élèves les divers systèmes d'arpentage, en se bornant aux instruments les plus simples :

Système de l'Équerre. Il se compose de .

fr. c.

1 Équerre d'arpenteur octogone, à fenêtres, n° 1.....	4 »
1 Chalne.....	2 50
1 Pied d'équerre.....	2 »
3 Jalons.....	6 »
1 Échelle à 2 divisions.....	2 »
Total.....	16 50

Système de la Boussole. Il se compose de :

1 Boussole carrée en bois, de 46 centimètres.....	30 »
1 Pied à 3 branches.....	5 »
1 Chalne.....	2 50
2 Jalons.....	4 »
1 Échelle à 2 divisions.....	2 »
Total.....	43 50

<i>Système de graphomètre. Il se compose de :</i>		fr. c.
1	Graphomètre à boussole, de 16 centimètres.....	33 »
1	Pied à 3 branches.....	5 »
1	Chaîne.....	2 50
2	Jalons.....	4 »
1	Échelle à 2 divisions.....	2 »
Total.....		46 50

<i>Système de la Planchette. Il se compose de :</i>		
1	Planchette et son genou, n° 3, demi grand aigle.....	20 »
1	Pied à 3 branches.....	5 »
1	Alidade de 45 centimètres.....	22 »
1	Niveau à bulle d'air de 44 centimètres.....	2 50
1	Chaîne.....	2 50
2	Jalons.....	4 »
1	Échelle à 2 divisions.....	2 »
Total.....		58 »

<i>Système du Niveau. Il se compose de :</i>		
1	Niveau d'eau en fer-blanc.....	5 »
1	Pied à 3 branches.....	5 »
1	Mire de 2 mètres, simple.....	14 »
1	Chaîne.....	2 50
2	Jalons.....	4 »
Total.....		30 50

En omettant les doubles emplois, l'ensemble de tous les Systèmes se composerait donc de :

1	Équerre n° 4 à fenêtres.....	4 »
1	Boussole.....	30 »
1	Graphomètre à boussole de 16 centimètres.....	33 »
1	Planchette.....	20 »
1	Niveau d'eau.....	5 »
1	Pied à 3 branches.....	5 »
1	Alidade.....	22 »
1	Niveau à bulle d'air.....	2 50
3	Jalons.....	6 »
1	Chaîne.....	2 50
1	Échelle à 2 divisions.....	2 »
Total.....		132 »

MM. L. Hachette et C^{ie} adresseront gratuitement, aux personnes qui leur en feront la demande par lettre *affranchie*, le *Catalogue du Matériel nécessaire pour l'enseignement pratique des sciences*, d'où sont extraits les objets qui précèdent.

TABLE DES MATIÈRES.

PRÉFACE.....	Pages	1
--------------	-------	---

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

<i>Introduction.</i> De la certitude du calcul exprimé en chiffres et fourni par les instruments graphiques.....		5
--	--	---

Calcul appliqué à l'arpentage.

§ 1. Calcul des nombres entiers accompagnés de fractions décimales.....		7
§ 2. Système métrique.....		11
§ 3. Application du calcul décimal aux nouvelles mesures.....		13

PREMIÈRE PARTIE. — ARPENTAGE.

<i>Chapitre I^{er}.</i> Arpentage proprement dit.....		17
<i>Chapitre II.</i> Mesure des surfaces.....		26
<i>Chapitre III.</i> Arpentage sur le terrain.....		33
<i>Chapitre IV.</i> Difficultés qui se présentent dans la pratique.....		49

DEUXIÈME PARTIE. — LEVÉE DES PLANS.

<i>Chapitre V.</i> Échelle.....		57
<i>Chapitre VI.</i> Planchette.....		61
<i>Chapitre VII.</i> Graphomètre.....		68
<i>Chapitre VIII.</i> Boussole.....		74
<i>Chapitre IX.</i> Dessin du plan.....		79
<i>Chapitre X.</i> Moyens simples d'arpentage.....		87
<i>Chapitre XI.</i> Nivellement.....		97
<i>Chapitre XII.</i> Partage des propriétés.....		111
<i>Chapitre XIII.</i> Bornes.....		118
<i>Chapitre XIV.</i> Copie des plans.....		123

TROISIÈME PARTIE. — LAVIS DES PLANS.

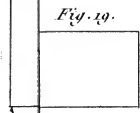
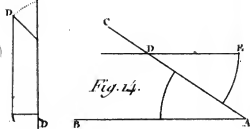
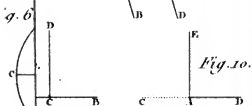
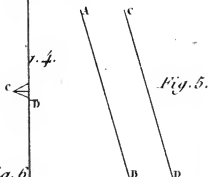
<i>Chapitre XV.</i> Instruments.....		128
<i>Chapitre XVI.</i> Couleurs.....		132

QUATRIÈME PARTIE. — MESURE DES HAUTEURS ET DES VOLUMES.

<i>Chapitre XVII.</i> Mesure des hauteurs.....	Pages	438
<i>Chapitre XVIII.</i> Mesure des volumes.....		441
<i>Chapitre XIX.</i> Mesure des bois de charpente en mètres cubes....		453
<i>Chapitre XX.</i> Moyen de trouver le plus grand équarrissage d'un arbre.....		457
<i>Chapitre XXI.</i> De la mesure du sciage des bois.....		460
<i>Chapitre XXII.</i> Entretien et conservation des instruments.....		469
<i>Chapitre XXIII.</i> Examen pour constater le travail des élèves....		486
Matériel d'arpentage pour les écoles.....		217

FIN DE LA TABLE.

5680781



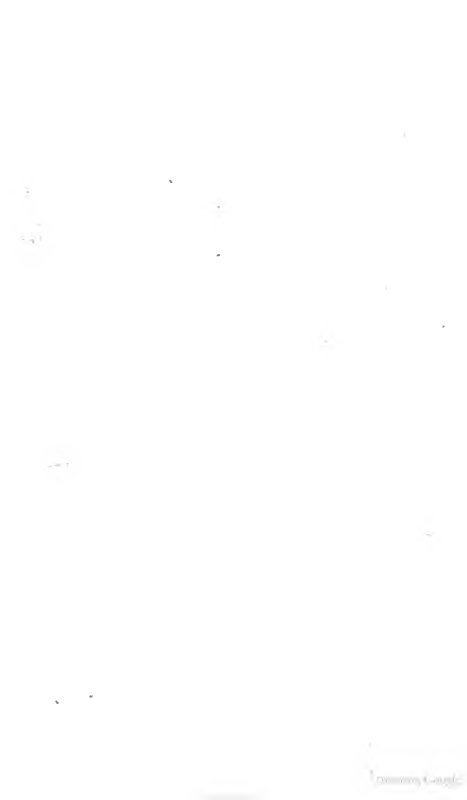


Fig. 24. Fig. 25.



Fig. 26.



Fig. 31.

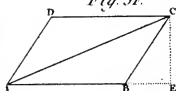


Fig. 33.



Fig. 38.

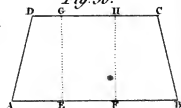


Fig. 39.

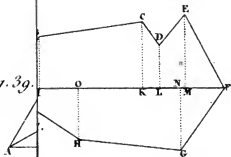
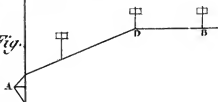


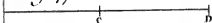


Fig.



B

Fig. 47.



C

D

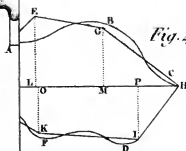


Fig. 46.

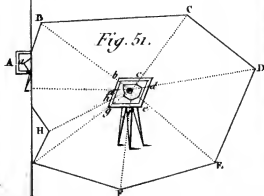


Fig. 51.

Fig. 53.

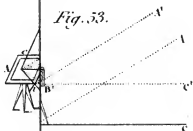


Fig. 58.

Fig. 52.

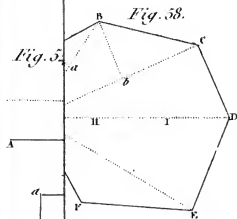
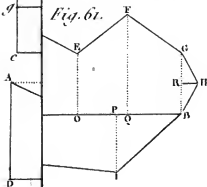
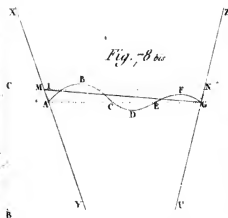
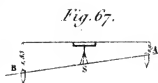
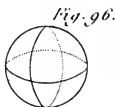
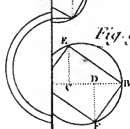
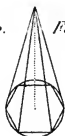
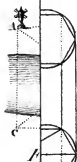
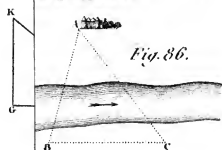


Fig. 61.







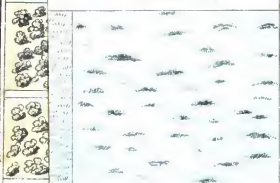


Map

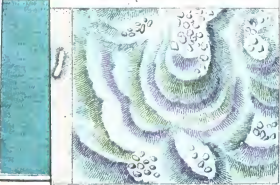
Prés et flaques d'eau D



Friches. II



Montagnes et Rochers. M





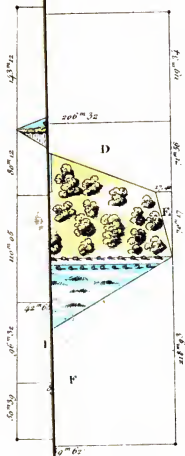




Fig.

Fig. 106.



Fig. 107.

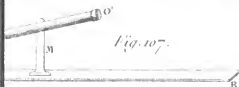


Fig. 110.

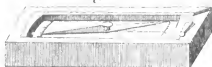


Fig. 112.

